

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-243858

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/30		G 0 2 B	6/30
	6/13			6/12
	6/122			M
				A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願平8-340204	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(22) 出願日	平成8年(1996)12月19日	(72) 発明者	岡田 純二 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-202	(72) 発明者	広田 匡紀 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)1月5日	(72) 発明者	田口 正弘 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 山田 正紀 (外1名)

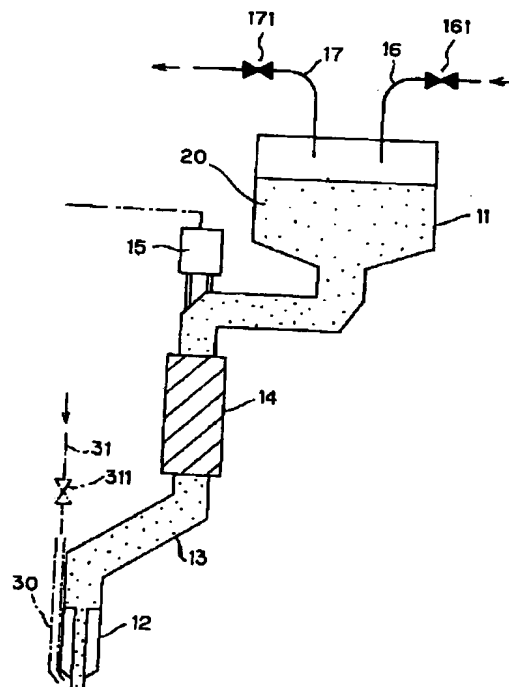
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送路形成方法、光伝送路形成装置および光回路

(57) 【要約】

【課題】 光伝送端 21、22 どうしの間に切断や内部応力等を生じない信頼性の高い光伝送路 40 を形成する。

【解決手段】 流動状態にある光伝送路形成材料 20 を用いて光伝送路を形成しその後凝固させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光伝送路により接続されて該光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端相互間に光伝送路を形成する光伝送路形成方法において、

前記光伝送端のうちの第 1 の光伝送端に、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を供給して、該第 1 の光伝送端に、該光伝送路形成材料を接続する第 1 の接続工程と、

前記第 1 の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を、該第 1 の光伝送端から、前記光伝送端のうちの第 2 の光伝送端まで架け渡す光伝送路架橋工程と、

前記第 1 の光伝送端と前記第 2 の光伝送端との間に架け渡された光伝送路形成材料を、該第 2 の光伝送端に接続する第 2 の接続工程とを備えたことを特徴とする光伝送路形成方法。

【請求項 2】 前記光伝送路架橋工程が、前記第 1 の光伝送端に供給した光伝送路形成材料に連続する光伝送路形成材料の供給を続けながら該光伝送路形成材料を前記第 2 の光伝送端まで架け渡す工程であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 3】 前記光伝送路架橋工程が、前記第 1 の光伝送端に供給した光伝送路形成材料を曳糸しながら前記第 2 の光伝送端まで架け渡す工程であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 4】 前記光伝送路架橋材料を前記第 1 の光伝送端から前記第 2 の光伝送端まで架け渡す途中もしくは架け渡した後の、前記光伝送路を形成する光伝送路形成材料に、該光伝送路形成材料の凝固を促進させる凝固促進工程を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 5】 前記光伝送路として、コアとクラッドからなる二層構造の光伝送路を形成する光伝送路架橋方法であって、前記光伝送路架橋工程が、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第 1 の材料を、流動状態にある、クラッドを形成する凝固性の第 2 の材料で取り巻いた状態の、二層構造の光伝送路形成材料を架け渡す工程であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 6】 前記光伝送路として、コアとクラッドからなる二層構造の光伝送路を形成する光伝送路形成方法であって、前記光伝送路架橋工程が、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第 1 の材料を架け渡す工程であって、前記第 2 の接続工程終了後に、流動状態にある凝固性の第 2 の材料で、前記第 1 の光伝送端と前記第 2 の光伝送端との間に架け渡された前記第 1 の材料を覆うクラッド形成工程を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 7】 前記光伝送路を形成した後に、前記光伝

送路を前記光伝送路の外光から遮光する遮光材で該光伝送路を覆う遮光工程を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 8】 前記光伝送端が、発光側の光伝送端と受光側の光伝送端とに役割分担がなされている場合に、発光側の光伝送端および受光側の光伝送端を、それぞれ前記第 1 の光伝送端および前記第 2 の光伝送端として、前記第 1 の光伝送端から前記第 2 の光伝送端へと光伝送路を形成することを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 9】 前記第 2 の接続工程が、前記第 2 の光伝送端に前記光伝送路形成材料を付着させた後、前記第 2 の光伝送端近傍の光伝送路形成材料を、前記第 2 の光伝送端への信号光の入力および／または出力に適合する形状に形成する工程であることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路形成方法。

【請求項 10】 光伝送路により接続されて該光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端を有する光伝送路被形成体の、該光伝送端相互間に光伝送路を形成する光伝送路形成装置において、

流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を射出するノズルと、

前記ノズルを、前記光伝送路被形成体に対し相対的に三次元方向に移動させる移動手段と、

流動状態ある前記光伝送路形成材料を、前記ノズルから、射出、停止自在に射出する射出手段と、

前記移動手段および前記射出手段を制御することにより、前記ノズルを前記光伝送端のうちの第 1 の光伝送端の位置に移動させ、該ノズルから該第 1 の光伝送端に流動状態にある前記光伝送路形成材料を供給して該第 1 の光伝送端に該光伝送路形成材料を接続し、前記第 1 の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある光伝送路形成材料を、該第 1 の光伝送端から、前記光伝送路のうちの第 2 の光伝送端まで架け渡すように、前記ノズルを、該第 1 の光伝送端の位置から該第 2 の光伝送端の位置まで移動させ、該光伝送路形成材料を該第 2 の光伝送端に接続させる制御手段とを備えたことを特徴とする光伝送路形成装置。

【請求項 11】 前記光伝送路形成材料を前記第 1 の光伝送端から前記第 2 の光伝送端まで架け渡す途中もしくは架け渡した後に、前記光伝送路を形成する光伝送路形成材料に、該光伝送路形成材料の凝固を促進させる凝固促進手段を備えたことを特徴とする請求項 10 記載の光伝送路形成装置。

【請求項 12】 前記光伝送路としてコアとクラッドからなる二層構造の光伝送路を形成する光伝送路形成装置であって、前記ノズルが、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第 1 の材料と、該第 1 の材料を取り巻く、流動状態にある、クラッドを形成する凝固性の第 2 の材料とを射出

する二重管構造を有するものであることを特徴とする請求項 10 記載の光伝送路形成装置。

【請求項 13】 前記ノズルは、前記光伝送路形成材料を、前記第 2 の光伝送端への信号光の入力および／または出力に適合する形状に成形するための型部を有し、前記制御手段は、前記第 2 の光伝送端に前記光伝送路材料を付着させた後、前記型部を前記第 2 の光伝送端近傍の光伝送路形成材料に押し付けるように前記ノズルを制御するものであることを特徴とする請求項 10 記載の光伝送路形成装置。

【請求項 14】 光伝送路により接続されて該光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端相互間に光伝送路が形成されてなる光回路において、前記光伝送端のうちの第 1 の光伝送端に、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を供給して、該第 1 の光伝送端に、該光伝送路形成材料を接続する第 1 の接続工程と、前記第 1 の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を、該第 1 の光伝送端から、前記光伝送端のうちの第 2 の光伝送端まで架け渡す光伝送路架橋工程と、前記第 1 の光伝送端と前記第 2 の光伝送端との間に架け渡された光伝送路形成材料を、該第 2 の光伝送端に接続する第 2 の接続工程とを経て形成されたことを特徴とする光回路。

【請求項 15】 請求項 14 記載の光回路を備え、前記光回路を用いて信号処理を行なうことを特徴とする信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光伝送路により接続されてその光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端相互間に光伝送路を形成する光伝送路形成方法、その方法の実施に用いる装置、その方法により形成された光回路、およびその光回路を備えた信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子回路の接続方法として電気配線によるものが知られている。しかし、近年の回路処理速度の高速化に伴い、電気配線では遅延や波形の歪み等が生じ正確な信号伝送ができないことから、電気信号を光に置き換えて、光伝送路により信号を伝達する、いわゆる光インターコネクション技術が提案されている。しかしながら光インターコネクション技術は発光素子と受光素子または光導波路との結合のための光軸合わせに数 μm 以下の精度を必要とするため、実装組立てが困難であるという問題がある。

【0003】 また、光導波路を発光素子など接続する方法として、直接結合させるのではなく、空間に光を伝播させて間接的に接続を行う非接触型の光結合器も提案され

ている。ただし、このような非接触型の光結合器では結合損失を小さくするために、さらに発光部に対向する光ファイバの端部をレンズ状に加工する等の対策が取られているが、実装（位置合わせ）工程をより複雑にしている。従来の光ファイバと受・発光素子との光接続はその受・発光面がダイの上面にあり上方からの光、あるいは上方への光と結合する必要があるため、光ファイバの端部を 45 度に切断・研磨しておりファイバの光軸回りの回転と軸合わせの $XY\theta$ の 3 軸に関して同時に制御する必要があつて、位置合わせコストが実装コストの大半を占めることになる。

【0004】 これを解決するために特開平 1-269903 号公報、特開平 5-88028 号公報には、光ファイバをワイヤボンディング式により素子と直接接続することによって、素子間を光結合する方式が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の光半導体装置では、光信号の送信端もしくは受信端となる光伝送端間の光伝送路形成にあたり光ファイバを用いており、ワイヤボンディングと同様の実装方法を採用すると、光ファイバは数 μm から数 mm の長さの間を接続するワイヤボンディングを自由に行なうことができるほどの柔軟性を持たないことから、ワイヤボンディングを行なおうとして光ファイバを屈曲させると光ファイバがその屈曲部で破断してしまい、接続は事実上不可能に近い。また、破断せずにワイヤボンディングを行なうことができたとしても、光伝送端、すなわち発光素子と受光素子又は光導波路との結合部に常に剪断応力が加わるために接着剥離を起こす恐れが大きいという、信頼性上の問題点もある。

【0006】 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、光伝送端どうしを光伝送路で接続するに際し、破断が生じたり剪断応力が残存することが防止された、信頼性の高い光伝送路形成方法、その方法の実施に好適な装置、その方法により形成された光回路、および、その光回路を備えた信号処理装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明の光伝送路形成方法は、光伝送路により接続されてその接続された光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端相互間に光伝送路を形成する光伝送路形成方法において、

(1) 上記光伝送端のうちの第 1 の光伝送端に、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を供給して、その第 1 の光伝送端に、光伝送路形成材料を接続する第 1 の接続工程

(2) 上記第 1 の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成

10

20

30

40

50

材料を、その第 1 の光伝送端から、上記光伝送端のうちの第 2 の光伝送端まで架け渡す光伝送路架橋工程

(3) 上記第 1 の光伝送端と上記第 2 の光伝送端との間に架け渡された光伝送路形成材料を、第 2 の光伝送端に接続する第 2 の接続工程を備えたことを特徴とする。

【0008】ここで、本発明において「流動状態」とは、光伝送路形成材料が凝固する前の流動性を有する状態をいい、この流動状態には、熔融状態、すなわち、加熱により被加熱材料（ここでは光伝送路形成材料）を軟化させ、この軟化により被加熱材料に流動性を持たせた状態、および、溶解状態、すなわち溶質（ここでは光伝送路形成材料）を溶媒に溶かし、これによりその溶質に流動性を持たせた状態の双方が含まれる。

【0009】本発明の光伝送路形成方法は、流動状態にある光伝送路形成材料で光伝送路を形成し、その形成中もしくは形成後に凝固させるものであるため、破断や剪断応力の発生が防止され、信頼性の高い光伝送路形成が行なわれる。ここで、本発明の光伝送路形成方法は、上記光伝送路架橋工程が、上記第 1 の光伝送端に供給した光伝送路形成材料に連続する光伝送路形成材料の供給を続けながらその光伝送路形成材料を上記第 2 の光伝送端まで架け渡す工程であってもよく、あるいは、上記光伝送路架橋工程が、上記第 1 の光伝送端に供給した光伝送路形成材料を曳糸しながら上記第 2 の光伝送端まで架け渡す工程であってもよい。

【0010】また、上記本発明の光伝送路形成方法は、上記光伝送路形成材料を上記第 1 の光伝送端から上記第 2 の光伝送端まで架け渡す途中もしくは架け渡した後、光伝送路を形成する光伝送路形成材料に、その光伝送路形成材料の凝固を促進させる凝固促進工程を備えることも好ましい。この凝固促進工程では、光伝送路形成材料を凝固させるために、例えば熱エネルギー、光エネルギー等が光伝送路形成材料に与えられ、あるいは、例えば熱エネルギー等が光伝送路形成材料から奪われる。

【0011】さらに、上記本発明の光伝送路形成方法が、上記光伝送路として、コアとクラッドからなる二層構造の光伝送路を形成する光伝送路形成方法である場合に、上記光伝送路架橋工程が、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第 1 の材料を流動状態にある、クラッドを形成する凝固性の第 2 の材料で取り巻いた状態の、二重構造の光伝送路形成材料を架け渡す工程であることが好ましい。

【0012】あるいは、上記本発明の光伝送路形成方法は、上記光伝送路としてコアとクラッドからなる二層構造の光伝送路を形成する光伝送路形成方法である場合に、上記光伝送路架橋工程が、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第 1 の材料を掛け渡す工程であって、上記第 2 の接続工程終了後に、流動状態にある、凝固性の第 2 の材料で、上記第 1 の光伝送端と上記第 2 の光伝

送端との間に架け渡された上記第 1 の材料を覆うクラッド形成工程を備えたものであってもよい。

【0013】さらに、本発明の光伝送路形成方法は、上記光伝送路を形成した後に、その光伝送路をその光伝送路以外の光から遮光する遮光材でその光伝送路を覆う遮光工程を備えることが好ましい。さらに、本発明の光伝送路形成方法では、上記光伝送端が、発光側の光伝送端と受光側の光伝送端とに役割分担がなされている場合に、発光側の光伝送端および受光側の光伝送端を、それぞれ上記第 1 の光伝送端および上記第 2 の光伝送端として、上記第 1 の光伝送端から上記第 2 の光伝送端へと光伝送路を形成することが好ましい。

【0014】さらに本発明の光伝送路形成方法は、上記第 2 の接続工程が、上記第 2 の光伝送端に上記光伝送路形成材料を付着させた後、その第 2 の光伝送端近傍の光伝送路形成材料を、その第 2 の光伝送端への信号光の入力および／または出力に適合する形状に形成する工程であることが好ましい。また、上記本発明の光伝送路形成方法の実施に好適な本発明の光伝送路形成装置は、光伝送路により接続されてその接続された光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端を有する光伝送路被形成体の、それら光伝送端相互間に光伝送路を形成する光伝送路形成装置において、

(1) 流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を射出するノズル

(2) 上記ノズルを、上記光伝送路被形成体に対し相対的に三次元方向に移動させる移動手段

(3) 流動状態ある光伝送路形成材料を、上記ノズルから、射出、停止自在に射出する射出手段

(4) 上記移動手段および上記射出手段を制御することにより、上記ノズルを上記光伝送端のうちの第 1 の光伝送端の位置に移動させ、そのノズルから第 1 の光伝送端に流動状態にある光伝送路形成材料を供給してその第 1 の光伝送端に光伝送路形成材料を接続し、第 1 の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある光伝送路形成材料を、その第 1 の光伝送端から、上記光伝送路のうちの第 2 の光伝送端まで架け渡すように、上記ノズルを、第 1 の光伝送端の位置から第 2 の光伝送端の位置まで移動させ、光伝送路形成材料をその第 2 の光伝送端に接続させる制御手段を備えたことを特徴とする。

【0015】ここで、上記本発明の光伝送路形成装置は、上記光伝送路形成材料を第 1 の光伝送端から前記第 2 の光伝送端まで架け渡す途中もしくは架け渡した後、その光伝送路を形成する光伝送路形成材料に、その光伝送路形成材料の凝固を促進させる凝固促進手段（例えば加熱手段、光照射手段、冷却手段、送風手段等）を備えたものであってもよい。

【0016】また、上記本発明の光伝送路形成装置が、上記光伝送路として、コアとクラッドからなる二層構造

の光伝送路を形成する光伝送路形成装置である場合に、上記ノズルが、流動状態にある、コアを形成する凝固性の第1の材料と、その第1の材料を取り巻く、流動状態にある、クラッドを形成する凝固性の第2の材料とを射出する二重管構造を有するものであることが好ましい。

【0017】さらに、上記本発明の光伝送路形成方法において、上記ノズルは、光伝送路形成材料を、上記第2の光伝送端への信号光の入力および／または出力に適合する形状に成形するための型部を有し、上記制御手段は、その第2の光伝送端に光伝送路材料を付着させた後、上記型部を第2の光伝送端近傍の光伝送路形成材料に押し付けるように上記ノズルを制御するものであることも好ましい形態である。

【0018】上記ノズルは、凝固性の光伝送路形成材料をそのノズルから射出する際に、その光伝送路形成材料が流動状態にあれば特にその構成が限定されるものではなく、ノズルないしその近傍に加熱手段を設け、そのノズルの入口までは凝固した状態、例えば粉体ないし線材としての光伝送路形成材料を供給し、そのノズルで加熱することにより、そのノズルから射出する際に流動状態にあるように構成してもよく、あるいは、ノズルとは別に光伝送路形成材料を流動状態におくためのタンクを備え、そのタンク内の光伝送路形成材料に熱を加えることにより、そのタンク内の光伝送路形成材料を流動状態とし、その流動状態にある光伝送路形成材料をノズルに供給してもよい。さらに、その光伝送路形成材料は、加熱することにより流動状態となるものである必要はなく、例えば常温で流動状態にある、熱凝固性の光伝送路形成材料をノズルから射出して光伝送路を形成し、その光伝送路に熱を与えることによって凝固させてもよい。さらに、その光伝送路形成材料は、熱エネルギーにより流動状態となり、あるいは熱エネルギーにより凝固するものである必要はなく、例えば溶媒中にあるときに流動状態にあり、その溶媒を熱ないし風等で除去することにより凝固するものであってもよく、流動状態にある光伝送路形成材料に光エネルギーを与えることにより凝固するものであってもよい。上記ノズルは、要するに、光伝送路の形成に使用しようとする光伝送路形成材料を流動状態で射出できるものであればよく、使用しようとする光伝送路形成材料の性質に応じ種々に構成されるものである。

【0019】さらに、本発明の光回路は、光伝送路により接続されて該光伝送路を経由する光伝送を行なう光伝送端相互間に光伝送路が形成されてなる光回路において、上記光伝送端のうちの第1の光伝送端に、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を供給して、その第1の光伝送端に、光伝送路形成材料を接続する第1の接続工程と、上記第1の光伝送端に接続された光伝送路形成材料に連続する、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料を、その第1の光伝送端から、上記光伝送端のうちの第2の光伝送端まで架け渡す光伝送路架橋工程

と、上記第1の光伝送端と上記第2の光伝送端との間に架け渡された光伝送路形成材料を、第2の光伝送端に接続する第2の接続工程とを経て形成されたことを特徴とする。

【0020】さらに、本発明の信号処理装置は、本発明の光回路を備え、その光回路を用いて信号処理を行なうことを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下添付の図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の、以下に説明する各実施形態に共通の光インターコネクションの要部を示す斜視図である。ガラスもしくはLiNbO₃等の基板1に、Siウエハ、GaAsウエハ等の上に形成された、発光、受光素子及び電子回路を有する光・電子集積回路2が搭載されている。基板1には、第1の光・電子集積回路の光出力端より他の光・電子集積回路の光入力端に信号を送送するための光導波路3aが形成されている。光導波路3aは、ガラス等へのCs⁺、Rb⁺、Li⁺、Ag⁺等のイオン交換、もしくはLiNbO₃等へのV、Ni、Cu、Ti等のイオン拡散により形成される。また、Siウエハ、GaAsウエハ等の上には、例えばCVD、スパッタリングによる、SiO₂、Si₃N₄等の酸化膜、窒化膜の形成、イオン注入、電子ビームによるAlGaAsエピタキシャル成長等により、堆積、エッチングが繰返され、これにより光導波路3bが形成されている。光導波路3aと光導波路3bは、本発明の特徴である、流動状態にある伝送路形成材料により接続されその接続された光伝送路形成材料が凝固することにより形成された光伝送路4で光学的に結合されており、一方、各電気接続端子は、金線などを用いた従来どおりのワイヤボンディング法によるワイヤ5で電気的に結合されている。

【0022】図2は、以下に説明する実施形態に共通の光伝送路形成装置の概略構成図である。光電子集積回路2を搭載した基板1が、基板載置台8に載置されている。この装置10は、光伝送路を形成する部分を撮影して画像信号を得るカメラ11と、流動状態にある光伝送回路形成材料を射出するキャピラリ（本発明にいうノズルの一例）12が備えられている。キャピラリ12の上部には、キャピラリ12に光伝送路形成材料を供給するための光伝送路形成材料移送部等が備えられているが、この図2では図示省略されている。

【0023】また、この図2には示されていないが、後述する実施形態によっては、キャピラリ12の横に、冷風ないし温風をあてるノズル（図3のノズル30参照）、ないし光照射用の光源が備えられる。このキャピラリ12には、アーム13を介して、キャピラリ12を、アーム13を水平に回転させるX方向、アーム13を伸縮させるY方向、およびアーム13を上下に回転させるZ方向の三次元方向に自在に移動させるキャピラリ

駆動部114が連結されている。基板1を大きく移動させる場合は、基板載置台8の方が移動する。カメラ11で得られた画像信号は、例えばマイクロコンピュータ等からなる制御回路115に入力され、その制御回路115により、その画像信号により光伝送路で接続すべき点（光伝送端）の位置が自動認識され、キャピラリ12が光伝送端に応じた位置に移動するようキャピラリ駆動部114を制御する。また、この制御回路115は、後述する、キャピラリ12からの光伝送路形成材料の射出、停止を行なうボールねじ状のスクリュウ141（図4参

照）の回転の制御も行なう。制御回路115による、キャピラリ駆動部114を介してのキャピラリ12の移動制御、および光伝送路形成材料の供給、停止の制御の詳細については後述する。

【0024】図3は、図2で図示省略されていた、キャピラリ上部の光伝送路形成材料移送部の概略構成図である。キャピラリ12の上部には、タンク11が備えられ、そのタンク11とキャピラリ12は、光伝送路形成材料20を移送するための移送管13で連結されている。また、この移送管13の途中には、光伝送路形成材

料20をキャピラリ12に移送する量を制御する移送量制御部14が備えられている。

【0025】図4は、移送量制御部の模式断面図である。移送量制御部14の内部にはボールねじ状のスクリュウ141が備えられており、このスクリュウ141の回転軸にはモータ15が連結されている。このモータ15は、図2に示す制御回路115からの指令により、その回転、停止が制御され、この移送量制御部14による光伝送路形成材料20の、キャピラリ12への移送量は、このモータ15の回転に応じて定められる。

【0026】図3に戻って説明を続ける。タンク11の上部は開閉自在に密封されており、その上部には、タンク11内部を加圧するための空気ないし所定のガスを送り込む加圧配管16およびその加圧配管16を導通、遮断するバルブ161が備えられている。またこれと同様に、タンク11の上部には、タンク11内部を減圧するための真空配管17およびそのバルブ171が備えられている。

【0027】さらに、後述する実施形態によっては、キャピラリ12の横に、実施形態に応じた冷却用ガスや温風等の吹き出し用のノズル30が備えられるとともに、そのノズル30にガスや温風等を供給する配管31およびそのバルブ311が備えられている。以下では、本発明における重要な要素である光伝送路形成材料、第1の接続工程、光伝送路架橋工程、および第2の接続工程について説明し、次いで具体的な各実施形態について説明する。

（光伝送路形成材料）光伝送路形成材料（以下、単に材料と略することがある）の選択においては、透明性や屈折率は言うまでもなく、融点又はガラス転移点が必要な

ポイントとなる。

【0028】光伝送路形成材料により接続される光伝送端がLEDや受光素子あるいは光導波路等、使用時の温度上昇が顕著でない箇所については、比較的低融点の材料を用いることができる。例えば、PMMA（ガラス転移点110℃、屈折率1.49）はプラスチック製光ファイバの材料として利用されており、光導波路としての信頼性も高い。

【0029】しかし、例えばLDなどの発光素子に接続する場合には、発光素子の駆動によって発生する温度の上昇を考慮する必要がある。面発光レーザ等のLDでは、表面温度が150℃程度まで上昇することがあり、PMMAのような低融点の材料では、形成された光伝送路が熱変形したり、接続箇所での光伝送路と光伝送端との位置ずれや切断が発生するおそれがあるなど、信頼性が低下する場合がある。

【0030】従って、熔融性の材料を使用する時には、接続箇所の温度上昇を考慮して、高融点材料を選択しなければならない。また、逆にあまり高融点の材料を用いると、光伝送路の形成時に、接続される側の光導波路や光回路を破壊してしまうおそれがある。また、光伝送路を形成している時の材料の粘度があまりに高いと、光伝送路自体や光伝送端において材料の供給ムラやヒゲが残ったまま凝固してしまい、光の逆行や散乱が発生するなど光伝送性能が低下してしまう。逆に粘度が低いときは、光伝送路の形成速度を遅くする必要があるが、材料自身の表面張力によって表面が滑らかになり、光伝送性は向上する。

【0031】即ち、熔融性の材料は、光伝送端の最大上昇温度、ボンディング中での材料の温度、その時の粘度に基づいて選択される必要がある。なお、熔融の恐れのない熱硬化性材料などで光伝送路を形成する場合には、特に接続対象の温度上昇を考慮する必要はないが、熱分解などの恐れがあるため、やはり耐熱性の高い材料を使用する必要がある。

【0032】後述する第1実施形態では、発光部における温度の上昇を考慮し、高融点材料の中からポリアリレートが選択されている。ポリアリレートとしては、例えばユニチカ（株）社製のUポリマ（商品名）が材料として入手可能である。材料特性は、透過率：90%、屈折率：1.60、ガラス転移点：193℃、熱変形温度：175℃である。粘度は熔融温度により変化する。270～350℃程度で、粘度は $10^2 \sim 10^5$ ポアズである。尚、他にも高融点材料として、ポリサルフォン、ポリエーテルサルホン（ガラス転移点：224℃）があげられる。

【0033】ところで、光伝送路形成材料とその材料と接続される光伝送端の相性について、何らの処理を行なうことなく、熔融した光伝送路形成材料が光伝送端に接続されれば問題はないが、相性が悪い場合はプライマ材

を用いることも可能である。プライマ材としては東レ・ダウ・コーニング・シリコン製のプライマA等を用いれば良い。

【0034】但し、その場合、プライマ材を光伝送端に供給するための工程が必要となることから、プライマ材を使用する代わりに、接続される基板を加熱したり、接続箇所での雰囲気温度を高めにして接着性を向上させる方が好ましい。また光伝送路形成材料としても、その材料で接続しようとしている光回路のパッシベーション膜である、例えばリン酸ガラスや低融点ガラス SiO_2 、SOGの接着性の良いものを選択することが好ましい。

【0035】従って、以下に説明する第1実施形態においては、ボンディング作業を、およそ $170\sim 220^\circ\text{C}$ の雰囲気中で行っている。

(第1の接続工程) 第1の接続工程、および後述する第2の接続工程では、その光伝送端での光の入出力性能が重要である。

【0036】即ち、接続箇所における光伝送路形成材料と、光伝送端である光導波路や発光素子あるいは受光素子との整合性と共に、接合部での入出光の散乱や屈折によって光伝送性が低下しないように接続を行う必要がある。接合部の位置決めについては、従来ワイヤボンディングで行われているように、位置決めマークを回路基板に設けるとともに、予め記憶させた接合箇所へとキャピラリ12を移動させることにより行なうことができる。

【0037】また、接続部での接合性を高めるためには、光伝送端に光伝送路形成材料が接続された時に過剰に急冷されてはならない。過剰に急冷されると光伝送路形成材料先端部がのみ凝固して接続部に気泡が形成されてしまい、入出光を散乱してしまう恐れがある。従って、光伝送端はあらかじめ加熱されている方が好ましい。光伝送端を加熱するには、図2に示す装置10の基板載置台8をヒータで加熱したり、接続部周辺の雰囲気加熱される。接続部周辺の雰囲気を加熱する場合には、基板1全体が一様に加熱されることになるので、接続される光回路へのダメージも少なくなり、またキャピラリ12から供給された光伝送路形成材料も急冷されないでキャピラリ12での材料の目づまりを防止でき、第1の接続工程開始前のキャピラリ12を移動している途中で、キャピラリ12の先端部の光伝送路形成材料が凝固してしまうのを防止できる点でも有効である。

【0038】なお、雰囲気を加熱しない時にはキャピラリ12自体の温度を上昇させればキャピラリ先端部の凝固を防止できるが、その分材料自体の温度が上昇するので凝固が遅れる他、空気に触れている表面と内部とで凝固速度が大きく変化してしまうおそれがあり、意図しない屈折率分布やその他の光伝送特性のばらつきを生じないよう注意を要する。

(光伝送路架橋工程) 光伝送路架橋工程においては、光伝送性が保証された既製の光ファイバの端部を光伝送端

に整合させるのではなく、凝固前の光伝送路形成材料で光伝送路を形成していくために、凝固により形成された光伝送路が実際に光伝送路として機能するようにしなければならない。即ち、光伝送端から光伝送路内に入射した光が光伝送路内で反射を繰り返しながら、他方の光伝送端へと確実に射出するように光伝送路を形成する必要があり、逆行、散乱、透過などが発生して光伝送性が損なわれないように、その形状を決定しなければならない。

10 【0039】そこで、第1の光伝送端が、発光部など光伝送路に光を入射させる側の光伝送路であり、この発光部側から光伝送路を形成していく場合には、まず第1の光伝送端における光の進行方向に沿って光伝送路が形成されていくようにキャピラリ12を移動していく。このようにすることで、光伝送路への入射光は確実に光伝送路内に導かれていくこととなる。

20 【0040】次に、第2の光伝送端に向かって光伝送路を形成していくのであるが、この時に第2の光伝送端の形状や接続対象に応じて光伝送路の曲率を調整する必要がある。例えば、第2の光伝送端が受光素子であって光検知方向に広い指向性をもっている場合は光伝送路の形状が周知の導波路設計方法によって決定される形状になるよう、キャピラリを移動させればよい。

【0041】しかし、入射方向に指向性がある受光素子や基板上に予め形成された導波路へ接続する場合には、光伝送路からの射出光の射出方向がその導波路等の入射方向に整合するように光伝送路を形成しなければならない。尚、上記の例では理解しやすいように第1の光伝送端側から光伝送路に光が入射されるものとしたが、逆の場合、すなわち第1の光伝送端が受光側の場合も同様の思想で光伝送路の形成方向を決定すればよい。また、1つの光伝送端で入出射双方を行う場合には、双方の条件を満足するように形成する必要がある。

30 【0042】光伝送路形成材料の接続対象である光回路や発光素子からの光の射出方向精度は比較的ばらつきが少ないため、光伝送路をその射出方向に沿って形成すれば光伝送路内に光を確実に入射させることができる。従って、光伝送路の入射側の方が射出側より接続位置合わせ精度が低くてよい。一方、射出側は、上述のように、その光の射出方向が光伝送路の形状に大きく依存する場合が多いので、光伝送路形成の際により高い精度を必要とする。

40 【0043】光伝送路を形成しながら光接続を行う場合には、第1の光伝送端での接続のコントロールは行いやすい反面、第2の光伝送端での接続はキャピラリから射出された光伝送路形成材料の側面で行うことになるため、その接続コントロールが難しい。従って、入射側と射出側が予め決まっている場合には、射出側(光伝送路の入射側)を第1の光伝送端とし、入射側(光伝送路の射出側)を第2の光伝送端とするほうがコントロールし

やすい。

(第2接続工程) 第2の接続工程においては、やはり光伝送端の光の入射方向と、形成された光伝送路の形状との整合が必要である。

【0044】光伝送路を形成しながらその光伝送路と第2の光伝送端とを接続するには、光伝送路の側面側を接続箇所押しつけなければならない。従って、光が光伝送路から第2の光伝送端に良好に伝送されるように、第2の光伝送端においては光伝送路側面が光導波路断面側(即ち光の通過面)となるようにキャピラリの移動制御を行うか、光伝送路形成材料の切断面が光入出方向の反射面として機能するように形成する必要がある。尚、反射面を形成するのにキャピラリの側面を押しつける方法の他、別工程を設けて反射部を形成してもよい。

【0045】以下、以上説明した基本的考え方に沿う各種実施形態について説明する。

(第1実施形態) 図5～図7は、本発明の光伝送路形成方法の第1実施形態における光伝送路を形成する過程を示す、それぞれ前段部分、中段部分、後段部分の工程図である。以下、図1～図4とともに、図5～図7を参照しながら本発明の第1実施形態について説明する。

【0046】まず、光伝送路形成材料20としてのポリアリレートを、図3に示す、温度コントロール用のヒータ付きのタンク11に入れて、ポリアリレートが十分に溶解し所望の粘度となる温度、例えば300℃に加熱する。その後、バルブ171を開き、その光伝送路形成材料20に巻き込まれている空気が抜かれる。次いで、バルブ171を閉めた後、今度はバルブ161を開き、タンク11内を加圧し、さらにモータ15を回転させて、移送量制御部14内部のスクリュウ141(図4参照)を、光伝送路形成材料20をキャピラリ121に供給する側に回転させる。すると、流動性を持った光伝送路形成材料20が、タンク11からキャピラリ12に向けて押し出される。

【0047】キャピラリ12の先端径は所望の光伝送路径よりもやや太く設計されている。例えば、接続しようとしている発光素子の発光部の寸法が直径10μmであれば、直径25μm程度の光伝送路が形成され、これに対しキャピラリ12の先端径は直径40μm程度に設計される。まず、第1の光伝送端21である発光素子の直上の位置にキャピラリ12を移動し、その第1の光伝送路20の直上で、270℃～300℃に加熱された光伝送路形成材料20をキャピラリ12から押し出す(図5ステップ(A))。その光伝送路形成材料20がキャピラリ12から一部押し出された状態で、キャピラリ12を降下させる(ステップ(B))。光伝送路形成材料20の先端が第1の光伝送端21に押し当てられると、その材料20の先端の一部は周辺に押しつぶされて拡がり、その材料20の先端は、第1の光伝送端21との接触によって冷却されて凝固するとともに接着力を有する

ようになる。接着強度を増やすには接着面積を大きくすればよいから、従来の金線のワイヤボンダがボールをつぶして接着面積を大きくしている第1ボンディングのように、実際には第1の光伝送端21で押し当てる時に時間をやや大きく設定して第1の光伝送端21での材料供給を多めにすることで接着面積を大きくして接着強度を増すことができる。但し、供給量が多すぎるとその光伝送路への入射光がはみ出し部分で散乱や反射となって光結合性が低下するから、光伝送路が第1の光伝送端21を形成する発光素子の発光面積よりも十分大きい場合には特に考慮する必要はないが、光伝送路径がその発光面積と同程度かあるいは小さい場合には、はみ出し幅が光伝送路径の20%以下になるように材料を供給する方がよい。

【0048】その後、光伝送路形成材料20に加圧を続けることでその光伝送路形成材料20を押し出しながらキャピラリ12がゆっくりと上昇し、第2の光伝送端22である受光素子に向かって円弧を描くように移動する(図6ステップ(D))。本実施形態においては、発光素子は回路基板に垂直な方向に光を射出し、したがって第1の光伝送端21から垂直な方向に延伸するように光伝送路を形成するとともに、第2の光伝送端22に向けて、第1の光伝送端21と第2の光伝送端22との2点間を結ぶ距離を直径とするような緩やかな曲率半径となるようにキャピラリ12を移動し、これにより光伝送路のアウトラインを形成しながら、しかも凝固させながら光伝送路を形成する。したがって、位置合わせは光伝送端21、22に関するものだけとなるので位置合わせコストを大幅に低減することができる。キャピラリ12は先端部まで加熱されており、光伝送路形成材料20はキャピラリ12の先端部において熔融状態にある。なお、光伝送路の形状をコントロールするには、光伝送路形成材料20の粘度は、望ましくは $10^2 \sim 10^5$ ポアズ程度に調整される。

【0049】上述の、第1の光伝送端21への接続工程において、光伝送路形成材料20は、キャピラリ12から出るとすぐに、150～175℃に加熱された第1の光伝送端21に接触し、この接触により冷却されると同時に接着される。その後、キャピラリ12の移動速度に合わせてキャピラリ12から射出された光伝送路形成材料20は、射出されると同時に雰囲気空気(175℃以下)によって冷却され凝固(高粘度化)しながらキャピラリ12の移動軌跡に沿った形状の光伝送路が形成される。

【0050】したがって、接続しようとする2点間の座標を図2に示す装置10に入力すれば、従来の金線を用いたワイヤボンダで採用されているループコントロールと同様のループコントロール(形状コントロール)が可能である。しかしながら従来の、金線を用いたワイヤボンダで行なわれているループコントロールがループの頂

点を低く抑えようとしているのに対し、ここでは、ループの形状ができるだけ滑らかな曲線を描くように制御しなければならない。また、従来の金線のワイヤボンダは直線状の金線を所望の形状になるように折曲げるため、複雑な制御をしているのに対し、この光伝送路形成装置10では、光伝送端における光の受・発光がその受・発光面に対し垂直である場合には、2つの光伝送端を結ぶ距離を直径とする半円を描くように光伝送路を形成する。

【0051】また、例えば、第1の光伝送端21が回路基板の上面から上方（回路基板に対して垂直方向）に光を射出するデバイスであって、第2の光伝送端22が回路基板上に形成された、その回路基板の表面に沿って延びる薄膜導波路のような場合には、第2の光伝送端22側では光の進行方向が水平方向となるため、光伝送路は、第1の光伝送端21の上面から上方に向けては2点間を結ぶ距離の1/2を直径とする上に凸の半円を描き、途中からは下に凸であって、第2の光伝送端22が円弧の接点、すなわち、回路基板上に形成された薄膜導波路が接線となり、上述の円弧と滑らかに接続するような曲線を描くようにキャピラリ12の移動軌跡をコントロールすれば良い。

【0052】一方、端面発光型のレーザーダイオードのように第1の光伝送端21に対し側方に発光するようなデバイスでは、キャピラリ12自体を90°回転させて第1の光伝送端21と光伝送路形成材料20との接続を行なう。その後、例えば第2の光伝送端22が回路基板の薄膜導波路のような場合には、キャピラリ12を90°回転させてもとに戻しながら第2の光伝送端22へ移動し、下に凸で、かつ第2の光伝送端22が円弧の接点、すなわち、回路基板上の導波路が接線となり、第1の光伝送端21から水平に延ばした線と滑らかに接続するように形成すればよい。もちろん、回路基板側を垂直に立てて、第1の光伝送端21ではキャピラリ12を垂直に保って接続し、回路基板側の接続に向かってキャピラリを90度回転させてもよい。このように、光伝送路の形状をキャピラリ12の移動軌跡によってコントロールすることで、どのような光伝送端21、22どうしの接続も可能となる。

【0053】キャピラリ12が、上記のような軌跡を描きながら、基板1側の第2の光伝送端22の位置まで移動しキャピラリ12の先端を第2の光伝送端22に接触させる（ステップ（E））。この時点で、光伝送路形成材料20への加圧制御を停止するとともにスクリー141を瞬逆回転し、その直後にキャピラリ12を上昇させることで、曳糸を防ぎながら第2の光伝送端22での光伝送路形成材料20の切断を行ない（図7ステップ（F））。これにより、第1の光伝送端21と第2の光伝送端22との間に光伝送路が形成される（ステップ（G））。

【0054】尚、第2の光伝送端22にキャピラリ12を接触させた後、上記のように、光伝送路形成材料20の供給停止とキャピラリ12の上昇との間に時間差をもたせるだけでは、光伝送路の、第2の光伝送端22側の端部にひげのようなものが残ってしまうおそれがあり、そのようなものが残ってしまうと、光伝送路内を伝搬してきた光がそこで反射してしまい、光伝送路と第2の光伝送端22との間の光結合特性が悪いものになってしまうおそれがある。そこで、本実施形態では、キャピラリ12の先端部の形状は図に示すように、配線基板1の面に対してテーパを持つ形状とし、これにより、光伝送路の第2の光伝送端22の接続部分の形状をコントロールし、図8に示すように、基板1の方向に光路を曲げる機能を持たせている。このようにキャピラリ12の先端形状を第2の光伝送端22の仕様に応じて変えることで光伝送路の形状をコントロールすることが可能である。例えば、第2の光伝送端22が受光素子である場合には光伝送路を通ってきた光が第2の光伝送端22に垂直に導かれるように45°に近いテーパを持たせるとよいし、水平方向に伸びた導波路へ接続するにはテーパの角度を10°～30°とすることで配線基板上の導波路への接続性を高めることができる。

【0055】上記の、一連の光伝送路形成工程が終了した後、もしくはその一連の光伝送路形成工程に先立って、各電気接続端子には、従来どおりの、金線などを用いたワイヤボンディング法による電気的な接続が行なわれる。このようにして、電気接続および光接続双方が終了した後、基板1は基板記載台8から外され、冷却されて光伝送路形成材料であるポリアリレートが凝固し、図8に示す形状の光伝送路40が完成する。

【0056】尚、上記第1実施形態では、光伝送路形成材料20としてポリアリレートについて示していたが、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリエーテルサルホン、アモルファスポリオレフィン等、光透過性を有する材料であればいずれでも良く、有機高分子材料に限らずガラス等の無機材料でも作製可能である。

（第2実施形態）この第2実施形態以降の各実施形態では、上述した第1実施形態と同様の点は説明を省略する場合がある。

【0057】この第2実施形態も、上述した第1実施形態と同様、図1～図4に加え、図5～図8がそのまま参照され、第1実施形態との相違点は以下の通りであって、以下の相違点以外の点は上述した第1実施形態と同一である。この第2実施形態では、光伝送路形成材料20として高粘度シリコーン樹脂（例えば、東レ・ダウ・コーニング・シリコーン社製のJCR6126）が用いられる。

【0058】このシリコーン樹脂で形成された光伝送路は、加熱乾燥されることにより凝固する。

（第3実施形態）図9～図11は、本発明の光伝送路形

成方法の第3実施形態における光伝送路を形成する過程を示す、それぞれ前段部分、中段部分、後段部分の工程図である。

【0059】以下、図1～図4とともに、図9～図11を参照しながら本発明の第3実施形態について説明する。まず、光伝送路形成材料20としてポリアリレートを、温度コントロール装置の付いたヒータ付きの熔融タンク11に入れる。ポリアリレートが十分に熔融し、粘度が所望の粘度となる温度、例えば、300℃に加熱する。熔融タンク11内のポリアリレートが熔融し、粘度が下

がって流動性を持つ間にバルブ171を開き原材料に巻き込まれた空気が抜かれる。次いで、流動性を持ったポリアリレートは配管16およびバルブ161を含む加圧手段およびスクリー141によって熔融タンク11からキャピラリ12に向けて押し出される。この押し出し経路は、熔融タンク11からキャピラリ12に向かって徐々に温度が下がるように温度制御されており、キャピラリ12の周囲も温度調整用のヒータ29（図9～図11参照）が備えられている。この温度低下により、光伝送路形成材料20が所要の高粘度に調整される。

【0060】基板1および、基板1に搭載された光・電子集積回路2は、150℃ないし180℃に制御された基板載置台8上に固定されている。キャピラリ12は、第1の光伝送端21、すなわち、受光部あるいは発光部の上部まで移動し（図9ステップ（A））、第1の光伝送端21の真上まで下降しながら、タンク11内の光伝送路形成材料20への加圧制御が働きゆっくりと光伝送路形成材料20が押し出され（ステップ（B））、その押し出された光伝送路形成材料20の先端が第1の光伝送端21に接触する（ステップ（C））。その後、キャピラリ12は、光伝送路形成材料20であるポリアリレートに加圧を続けることでポリアリレートを押し出しなが

らゆっくりと上昇し、第2の光伝送端22へ向かって円弧を描くように移動する（図10ステップ（D））。キャピラリ12の先端が第2の光伝送端22と接触した時点（ステップ（E））で、ポリアリレートへの加圧制御を停止し、スクリー141は一瞬逆回転し、直後に、キャピラリ12を上昇させることで、曳糸を防ぎながら、第2の光伝送端22の端部でのポリアリレートの切断を終了し（図11ステップ（F））、これにより、第1の光伝送端21と第2の光伝送端22との間に光伝送路40が形成される（ステップ（G））。

【0061】この、一連の光伝送路40を形成する工程の後、あるいはその工程以前に、各電気接続端子には従来どおりの金網などを用いたワイヤボンディングによる電気接続がなされる。このように、電気および光相互接続が終了した後で、基板1は基板載置台8から外され、冷却されて光伝送路形成に使用されたポリアリレートが凝固する。

【0062】上記第3実施形態の変形例として、キャピ

ラリ12の先端部近傍に、空気又は窒素等の気体を噴射し、光伝送路形成材料を強制的に冷却する機構（例えば図3に示すノズル30等からなる）を具備することも可能である。冷却媒体としては気体に限らず、液体を使用することも可能である。このように強制的に冷却して、光透過性材料の凝固を促進することにより、光伝送路の形状制御が容易となり、また光伝送効率の光伝送路のばらつきを抑えることができる。

（第4実施形態）第4実施形態について、図1～図8を参照して説明する。

【0063】まず、光伝送路形成材料20としてポリエステル（例えばポリエチレンテレフタレート）を、溶媒としてのジクロロメタンに溶解し、所望の粘度を調整する。その後溶液に含まれる空気を脱泡し、溶液タンク11に入れる。この実施形態の場合、光伝送路形成材料20は、脱泡した後にタンク11に入れられるため、図3に示す真空配管17およびそれに付随する設備はタンク11に連結されている必要はない。

【0064】光伝送路形成材料20としてのポリエステル溶液は、バルブ161を含む加圧手段およびスクリー141の回転により、溶液タンク11内からキャピラリ12に向けて押し出される。キャピラリ12は第1の光伝送端21、すなわち、受光部あるいは発光部の直上まで移動し、ここで、ポリエステル溶液の加圧制御が働きゆっくりとポリエステル溶液が押し出され、押し出されたポリエステル溶液先端が第1の光伝送端21に接触する。その後、キャピラリ12は、ポリエステル溶液に加圧を続けることでポリエステル溶液を押し出しなが

ら、かつ、図3に示すノズル30から温風を吹き出すことによりキャピラリ12から押し出されたポリエステル溶液の凝固を促進しながらゆっくりと上昇し、第2の光接触端22へ向かって円弧を描くように移動する。キャピラリ12の先端が第2の光伝送端22と接触した時点で、ポリエステル溶液への加圧制御を停止し、キャピラリ12を上昇し、それと同時に、サックバック機構により、曳糸を防ぎ第2の光伝送端22でのポリエステル溶液の切断を終了し、これにより第1と第2の光伝送端21、22をつなぐ光伝送路が形成される。

【0065】この一連の工程後、あるいはそれ以前に各電気接続端子には従来どおりの金などを用いたワイヤボンディングによる電気接続がなされる。尚、ここでは光伝送路を形成する光伝送路形成材料20に温風を吹き付けることによりその光伝送路形成材料20の凝固を促進しているが、温風に限らず、その光伝送路形成材料の種類等に応じ、加熱し、もしくは常温の風を送風してもよい。

【0066】尚、上記実施形態では、光伝送路形成材料としてポリエステル溶液について示したが、アクリル、ポリアミド（ナイロン66等）、ポリスチレン等、光透過性を有する材料であればいずれでも良く、溶媒として

ジクロロメタンに限らず、ヘキサン、ベンゼン、四塩化炭素、クロロホルム等が使用可能である。またこれらの材料は単独又は混合しての使用も可能である。

【0067】尚、上記の第4実施形態の変形例として、重合反応、付加反応あるいは縮合反応により凝固する光伝送路形成材料を使用し、形成途中もしくは形成終了後の光伝送路に、熱エネルギーあるいは光エネルギーを与えて、その凝固反応を促進させてもよい。

(第5実施形態) 図12～図14は、第5実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す。それぞれ前段部分、中段部分、後端部分の工程図である。

【0068】図1～図4および図12～図14を参照して第5実施形態について説明する。まず、光伝送路形成材料20としてポリエステル(例えばポリエチレンテレフタレート)を、溶媒としてジクロロメタンに溶解し、所望の粘度に調整する。その後溶液に含まれる空気を脱泡し、溶液タンク11に入れる。光伝送路形成材料20としてのポリエステル溶液は、バルブ161を含む加圧手段およびスクリー141により、溶液タンク11内からキャピラリ12に向けて押し出される。キャピラリ12は第1の光伝送端21、すなわち、受光部あるいは発光部の直上まで移動し、ここで、ポリエステル溶液の加圧制御が働きゆっくりとポリエステル溶液が押し出され、第1の光伝送端21に接触する。その後、ポリエステル溶液の加圧を停止し、キャピラリ12はゆっくりと上昇し、第2の光伝送端12へ向かって円弧を描くように移動する。この移動の間は、ポリエステル溶液は供給されず、キャピラリ12は、第1の光伝送端21に接触したポリエステル溶液を曳糸して第2の光伝送端22と接触し、第1の光伝送端21と第2の光伝送端22との光接続を終える。

【0069】この一連の工程の後、あるいはそれ以前に各電気接続端子には従来どおりの金などを用いたワイヤボンディングによる電気接続がなされる。このように曳糸を利用して光伝送路を形成してもよい。また、この第5実施形態の変形例として、ポリエステル溶液を第1の光伝送端21に滴下し、その後曳糸用針または曳糸用毛細管等を用い、上述の第5実施形態と同様に、ポリエステル溶液を曳糸し第2の光伝送端22と接触することで光接続を行うことも可能である。曳糸用針及び曳糸用毛細血管の形状は、曳糸作業が行える限り任意である。

(第6実施形態) 図15は、第6実施形態における光伝送路形成材料移送部の概略構成図である。ここでは、2つのタンク11A、11Bに付属する各要素を、タンク11A、11Bと同様の添字A、Bで区別している。

【0070】図3に示す光伝送路形成材料移送部との主な相違点は、キャピラリ121の先端が、図15(B)に示すように二重管構造になっており、タンク11Aからの、コアを形成する光伝送路形成材料20Aと、タンク11Bからの、クラッドを形成する光伝送路形成材料

20Bとの二層構造の光伝送路形成材料がキャピラリ121の先端から押し出される点にある。

【0071】図16～図18は、この第6実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す。それぞれ前段部分、中段部分、後端部分の工程図である。まず、コア用の光伝送路形成材料20Aとしてのポリアリレートと、温度コントロール装置の付いたヒーター付きのタンク11Aに入れる。ポリアリレートが十分に溶融し、粘度が所望の粘度となる温度、例えば、300℃に加熱する。このタンク11Aにはポリアリレート(20)の脱泡用にタンク11A内の気圧を下げる真空配管17Aおよびバルブ171Aが接続しており、タンク11内のポリアリレートが溶融し、粘度が下がって流動性を持つ間にそのポリアリレートに巻き込まれた空気が抜かれる。同様に、クラッド用の光伝送路形成材料20Bとして作用するシリコン樹脂がタンク11Bに入れられ、そのタンク11B内も、真空配管17Bおよびバルブ171Bにより減圧されて脱泡される。キャピラリ121は、内側にポリアリレートの出口121aを持ち、それを取り囲むようにシリコン樹脂の出口121bを持つ。

【0072】流動性を持ったポリアリレートとシリコン樹脂は、各バルブ161A、161Bを含む各加圧手段、各スクリー(図4参照)によってタンク11A、11Bからキャピラリ121に向けて押し出される。この押し出し経路は、タンク11A、11Bからキャピラリ121に向かって徐々に温度が下がるように温度制御されている。キャピラリ121の先端径は所望の光伝送端径よりもやや太く設計されている。例えば、発光素子の発光部の寸法が直径10μmであれば、光伝送路のコア部の直径は25μm程度が使用され、クラッド部はそれを取り囲むように直径35μm程度が使用される。キャピラリ121の先端径はコア部直径40μm、クラッド部直径50μm程度に設計される。また、キャピラリ121周囲には温度調整用のヒータ29(図9～図11参照。図15～図18では図示省略)を備えている。

【0073】基板1および基板1に搭載された光電子集積回路2は、150℃ないし180℃に制御された基板載置台8上に固定されている。キャピラリ121は第1の光伝送端21、すなわち、受光部あるいは発光部の直上まで移動し、ここで、ポリアリレートおよびシリコン樹脂の加圧制御が働き、ゆっくりとポリアリレートおよびシリコン樹脂が押し出され、第1の光伝送端21に接触する。その後、キャピラリ121は、ポリアリレートおよびシリコン樹脂に加圧を続けることでポリアリレートおよびシリコン樹脂を押し出しながらゆっくりと上昇し、第2の光伝送端22へ向かって円弧を描くように移動する。

【0074】キャピラリ121が第2の光伝送端22に接する直前にシリコン樹脂への加圧制御を停止し、第2の光伝送端22でのポリアリレートと第2の光伝送端

22との管にシリコン樹脂が入り込むのを防ぐ。キャピラリ121が第2の光伝送端22と接触した時点で、ポリアリレートへの加圧制御を停止し、スクリュー（図4参照）の回転は一瞬逆回転し、その直後に、キャピラリ121を上昇させることで、曳糸を防ぎながら、第2の光伝送端22でのポリアリレート（20）の切断を終了し、これにより、第1の光伝送端21と第2の光伝送端22との間とのコア部の光接続を終える。

【0075】この後で、第2の光伝送端22の端部に、図3に示す光伝送路形成材料移送部と同様な構造のディ
10 スペンサ等を用いて、クラッド材料としてのシリコン樹脂20C（図18（G）参照）を塗布し、120℃ない
は150℃のベーク炉中で加熱硬化させることで、クラッドコート
を完成させる。上記の第6実施形態の変形例として、上記のようにディ
スペンサ等を用意して第2の光伝送端22にクラッドとしてのシリ
コン樹脂を供給する代わりに、コア部の光接続を終えた後にシリ
コン樹脂への加圧制御を再開して、第2の光伝送端22での
ポリアリレートをシリコン樹脂で包みこみ、その
後、再び、シリコン樹脂への加圧制御を停止し、スク
リューを一瞬逆回転し、その直後に、キャピラリ121
を上昇させることで、曳糸を防ぎながら、第2の光伝送
端22でのシリコン樹脂の切断を終了し、第1の光伝
送端21と第2の光伝送端22との間のコア部の光接続
およびクラッドコートの塗布を終えるようにしてもよ
い。

【0076】この一連の工程の後、あるいはそれ以前
に、各電気接続端子には従来どおりの金などを用いたワ
イヤボンディングによる電気接続がなされる。尚、ここ
では、第2の光伝送端22における、コア材料とクラ
ッド材料の供給制御について述べたが、第1の光伝送端2
1においても、必要であれば、クラッド材料の供給を一
旦停止した後クラッド材料の供給を再開する手法を採っ
てもよい。

【0077】上記のように構成すれば、コアとクラッド
を同時に形成しながら、光接続を行なうことができる。
このように光伝送路にクラッド層を設けることにより、
光伝送路内のクロストークを低減することができる。

（第7実施形態）図19は、第7実施形態により形成さ
れた光伝送路を示す模式図である。

【0078】キャピラリを用いた光伝送路の形成工程で
は、図3に示す構造の光伝送路形成材料移送部を用い
て、ポリアリレートにより、光伝送路のコア部40aの
み形成し、その後、図3に示す光伝送路形成材料移送部
と同様な構造のディスペンサにより、コア部40aのみ
からなる光伝送路に、クラッド材としてのシリコンを
各光伝送路毎に塗布し、120℃ないし150℃のベ
ーク炉内で加熱硬化させることで、コア部40aとクラ
ッド部40bとからなる光伝送路40を完成させる。この
ようにコアとクラッドは別々の工程で形成してもよい。

【0079】図20は、第7実施形態のもう1つの変形
例を示した模式図である。ここではクラッド部40b
は、1本1本のコア部40aについてではなく、複数本
のコア部40aを全体的に覆うように形成されている。
図22、図23は、遮光層を形成した例を示す模式図で
ある。上記のようにしてコア部40aを覆うクラッド部
40bを形成した後、遮光性の樹脂、例えばシリコン
樹脂に黒色顔料を混合したものをディスペンサから供給
してクラッド部40bを覆い、遮光層50を形成する。
こうすることにより、光伝送路内のクロストークをさら
に低減することができる。

（第8実施形態）図23は、第8実施形態における光伝
送路形成材料移送部の概略構造図である。

【0080】まず、先端部に温度調整用のヒータ291
を備えたキャピラリ122に、粉体状のポリアリレート
20dを導入する。キャピラリ122には、超音波振動
装置293が具備されており、キャピラリ122の入口
から供給された粉体状のポリアリレート20dは、超音
波振動によりキャピラリ122先端部まで緻密に充填さ
れる。

【0081】次に、キャピラリ122の先端部を270
〜350℃程度に加熱することにより、粉体状のポリ
アリレート20dを所定の粘度に熔融する。熔融されたポ
リアリレートは流動性を持ちキャピラリ122の先端部
より若干押し出された形態となる。キャピラリ122
を、第1の光伝送端、すなわち受光部あるいは発光部の
直上まで移動し、キャピラリ122の先端部を第1の光
伝送端に接触する。その後、キャピラリ122の先端部
は加熱による流動性ポリアリレートの供給を続けること
で、ポリアリレートをキャピラリ122の先端部より吐
出しながら、ゆっくりと上昇し、第2の光伝送端へ向か
って円弧を描くように移動する。第2の光伝送端と接触
した時点で、キャピラリ122への加熱を停止する（あ
るいは停止、冷却機構によって若干温度を下げる）。キ
ャピラリ122の加熱を停止することで、融解されたポ
リアリレートは流動性を失い、第2の光伝送端側の端部
で切断される。

【0082】粉体状のポリアリレートの熔融による、あ
るいはキャピラリ122先端部からの熔融されたポリ
アリレートの供給によるキャピラリ内部の密度の減少分
は、次の第1の光伝送端（次のボンディング部）にキャ
ピラリ122が移動する間に、超音波振動によりキャ
ピラリ122の入口から随時補充し充填される。キャ
ピラリ122の形状や、基板1および基板1に搭載された光
電子集積回路2の加熱工程等は、前述した他の実施形態
と同様であり、ここでは説明は省略する。また、粉体状
のポリアリレートの代わりにポリアリレートの線材をキ
ャピラリの先端部に供給して融解させて使用しても同様
に光接続することが可能である。

【0083】図24は、本発明の信号処理装置の一実施

形態である光MCM（マルチ・チップ・モジュール）を示す図である。光MCM404は、CPU（セントラル・プロセッシング・ユニット）405、メモリ406、半導体レーザアレイ407、フォトダイオードアレイ409、レーザドライバ408、及びフォトダイオードドライバ410で構成され、他の光MCM又は光ICとの間で、光導波路403を経由して信号の送受信を行なう。

【0084】ここで、半導体レーザアレイ407およびフォトダイオードアレイ409と、光導波路403との間には、本発明の、流動状態にある、凝固性の光伝送路形成材料により形成された光伝送路420が備えられており、電気信号が半導体レーザにより光信号に変換され、光伝送路420を経由し光導波路403に入り、他の光MCM又は光ICに伝送される。また、他の光MCM又は光ICからの光信号は、光導波路403から本発明の光伝送路420を経由しフォトダイオードアレイ409に入り再び電気信号に変換される。また、この光MCM404を複数用い、光並列処理を行なうことにより、より高速の画像処理装置として使用することも可能である。

【0085】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、流動状態にある光伝送路形成材料により光伝送路を形成するため、光伝送路形成材料が屈曲部で破断することがなく、また光伝送端に剪断方向の応力が加わることもないので接着剥離も防ぐことができる。また、本発明では、従来の電気回路におけるワイヤボンディングと同様な工程が採用されているため、従来どおりの金線などを用いたワイヤボンディング同様に位置決めを含む接続工程全体を自動化することができる。このため、従来提案されている光ファイバを用いて接続する方法と比べて、組立工数および調整工数も短縮され、安価で信頼性の高い光接続が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】各実施形態の共通の光インターコネクションの要部を示す斜視図である。

【図2】各実施形態に共通の光伝送路形成装置の概略構成図である。

【図3】キャピラリ上部の光伝送路形成材料移送部の概略構成図である。

【図4】移送量制御部の模式断面図である。

【図5】本発明の光伝送路形成方法の第1実施形態における光伝送路を形成する過程を示す前段部分の工程図である。

【図6】本発明の光伝送路形成方法の第1実施形態における光伝送路を形成する過程を示す中段部分の工程図である。

【図7】本発明の光伝送路形成方法の第1実施形態における光伝送路を形成する過程を示す後段部分の工程図で

ある。

【図8】形成された光伝送路およびその光伝送路内を光が伝搬する様子を示した模式図である。

【図9】本発明の光伝送路形成方法の第3実施形態における光伝送路を形成する過程を示す前段部分の工程図である。

【図10】本発明の光伝送路形成方法の第3実施形態における光伝送路を形成する過程を示す中段部分の工程図である。

【図11】本発明の光伝送路形成方法の第3実施形態における光伝送路を形成する過程を示す後段部分の工程図である。

【図12】第5実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す前段部分の工程図である。

【図13】第5実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す中段部分の工程図である。

【図14】第5実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す後端部分の工程図である。

【図15】第6実施形態における光伝送路形成材料移送部の概略構成図である。

【図16】第6実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す前段部分、中段部分、後段部分の工程図である。

【図17】第6実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す中段部分の工程図である。

【図18】第6実施形態における、光伝送路を形成する過程を示す後段部分の工程図である。

【図19】第7実施形態の変形例を示した模式図である。

【図20】第7実施形態の変形例を示した模式図である。

【図21】遮光層を形成した例を示す模式図である。

【図22】遮光層を形成した例を示す模式図である。

【図23】第8実施形態における光伝送路形成材料移送部の概略構造図である。

【図24】本発明の信号処理装置の一実施形態である光MCM（マルチ・チップ・モジュール）を示す図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光・電子集積回路
- 3 a, 3 b 光導波路
- 4 光伝送路
- 5 ワイヤ
- 8 基板載置台
- 11, 11 A, 11 B タンク
- 12 キャピラリ
- 13, 13 A, 13 B 移送管
- 14, 14 A, 14 B 移送量制御部
- 15 モータ

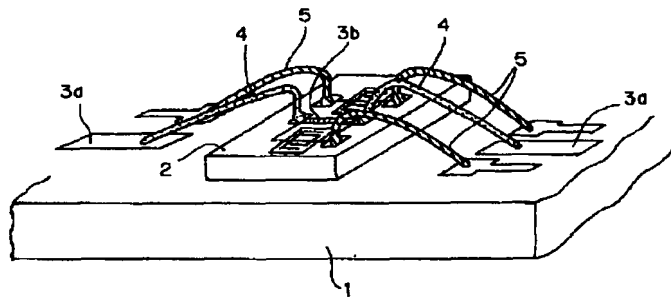
25

- 16, 16A, 16B 加圧配管
 17, 17A, 17B 真空配管
 20, 20A, 20B 光伝送路形成材料
 21 光伝送端
 22 光伝送端
 29 ヒータ
 40 光伝送路
 40a コア部
 40b クラッド部
 50 斜光層
 100 光伝送路形成装置

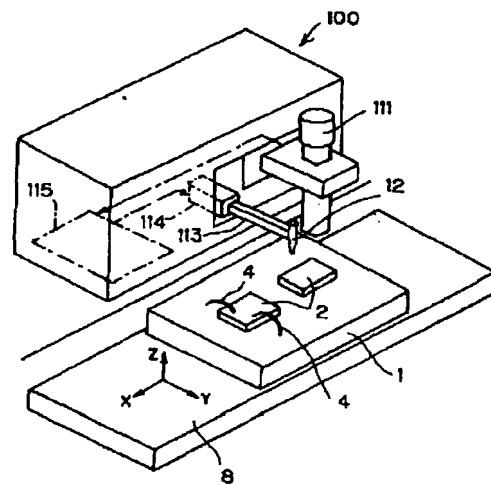
26

- 111 カメラ
 113 アーム
 114 キャピラリ駆動部
 115 制御回路
 121 キャピラリ
 122 キャピラリ
 141 スクリュー
 404 光MCM
 407 半導体レーザアレイ
 10 409 フォトダイオード
 420 光伝送路

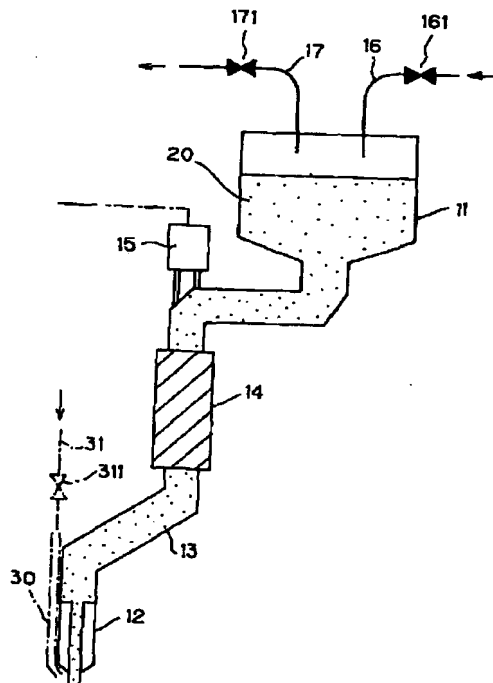
【図1】



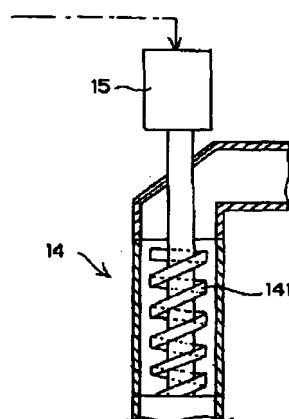
【図2】



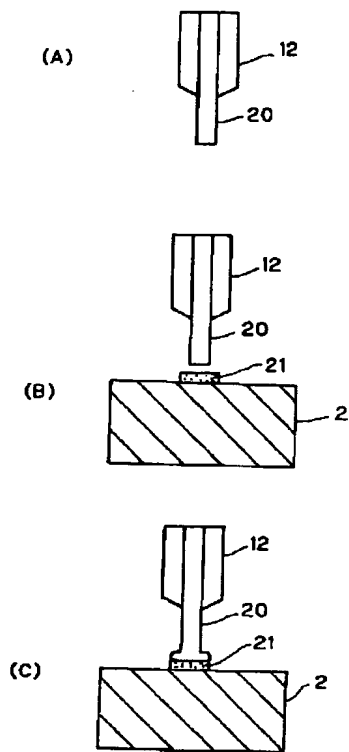
【図3】



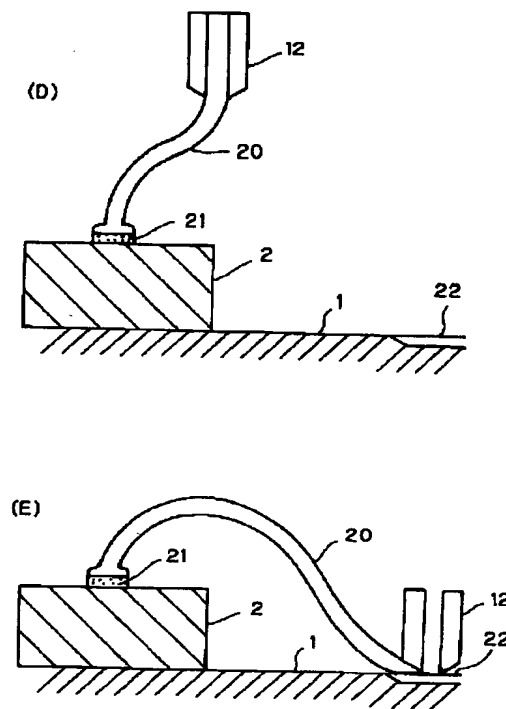
【図4】



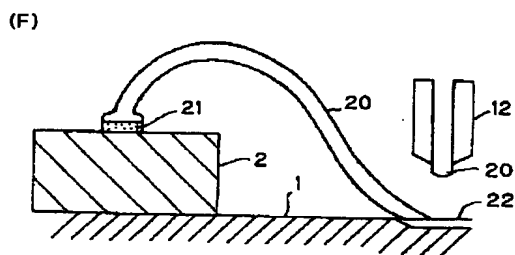
【図5】



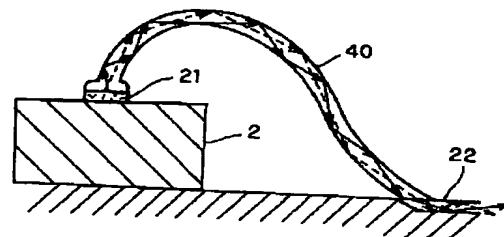
【図6】



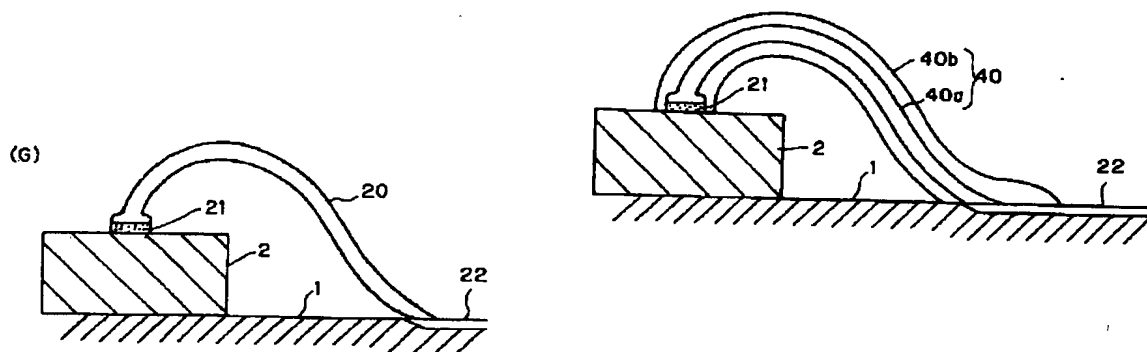
【図7】



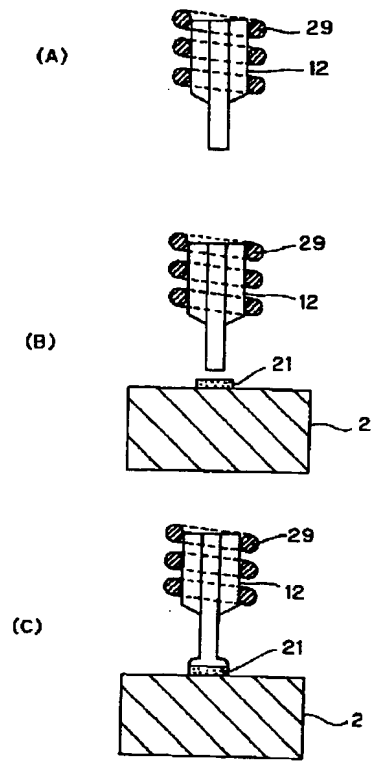
【図8】



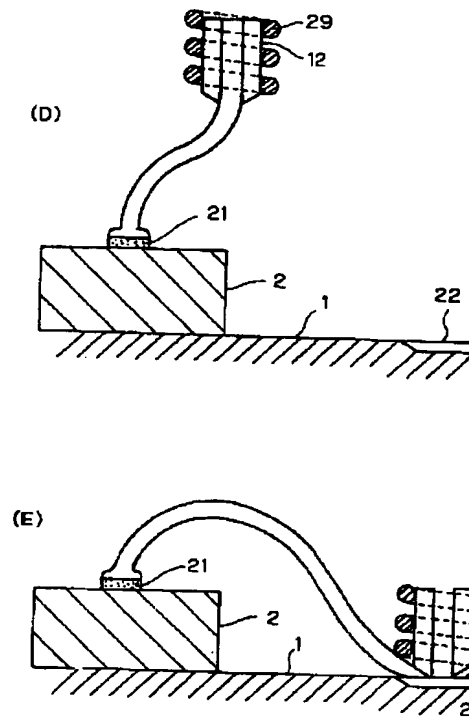
【図19】



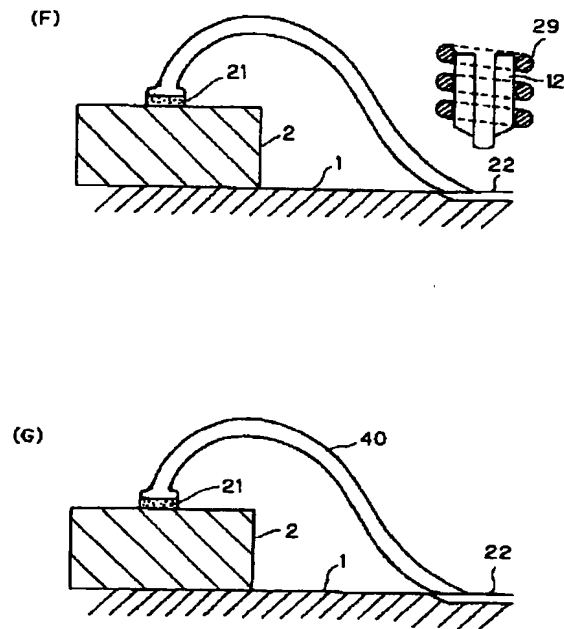
【図9】



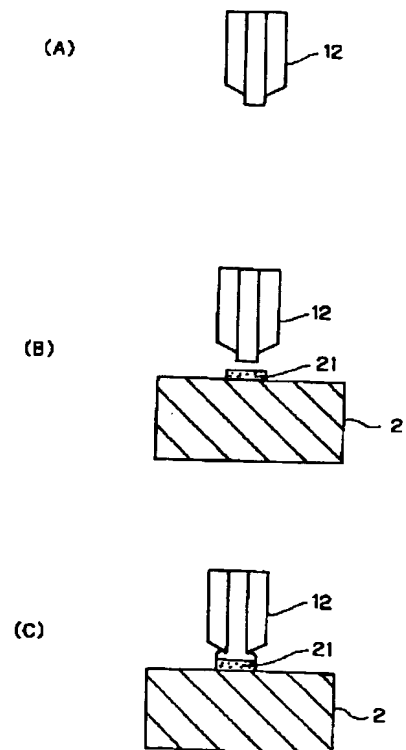
【図10】



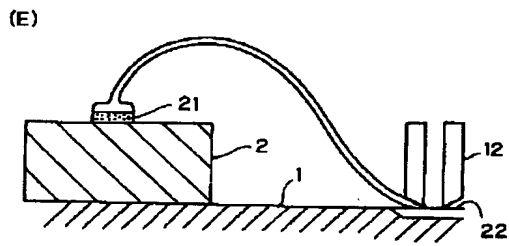
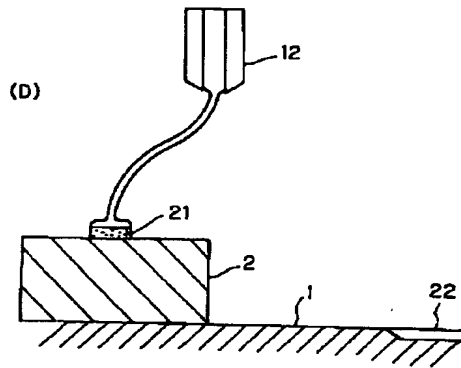
【図11】



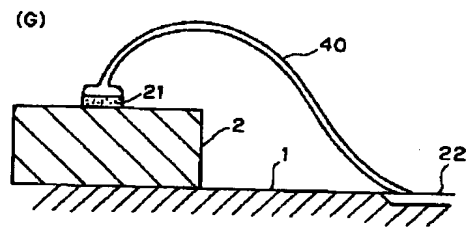
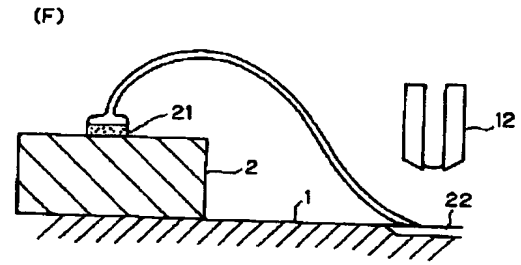
【図12】



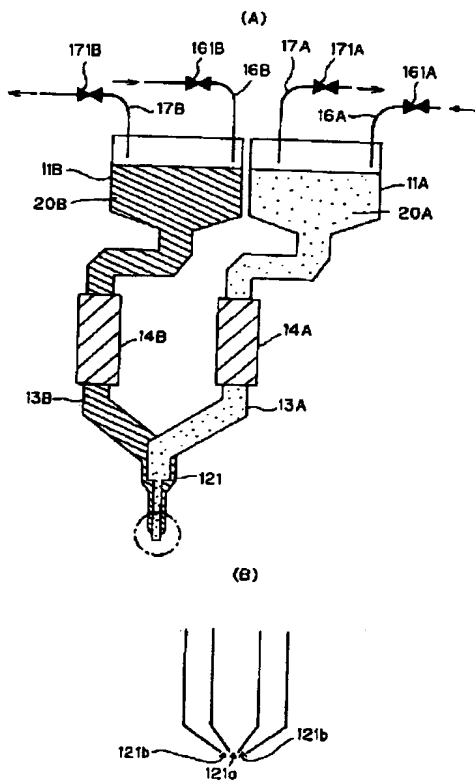
【図13】



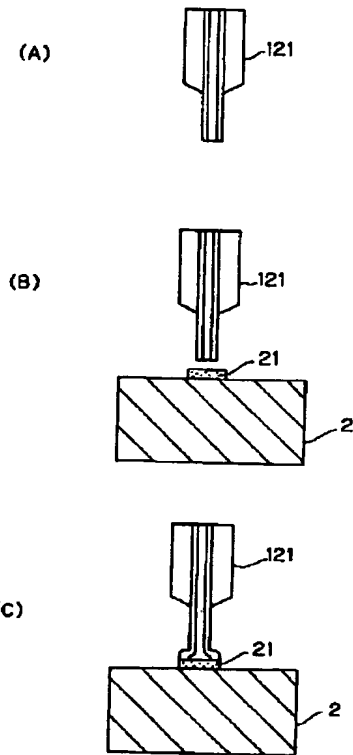
【図14】



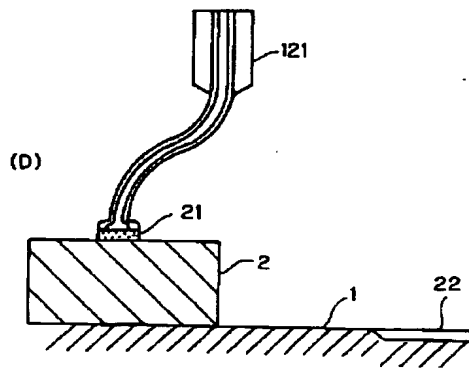
【図15】



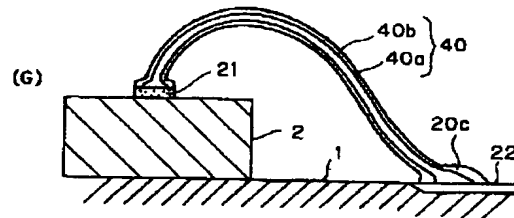
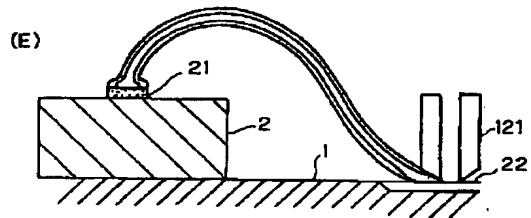
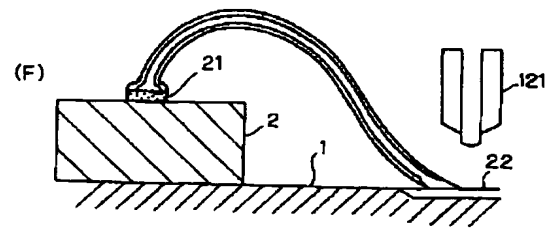
【図16】



【図 17】

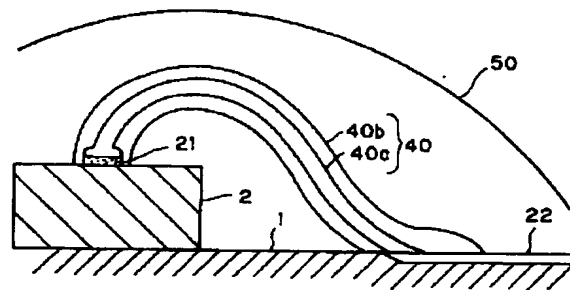
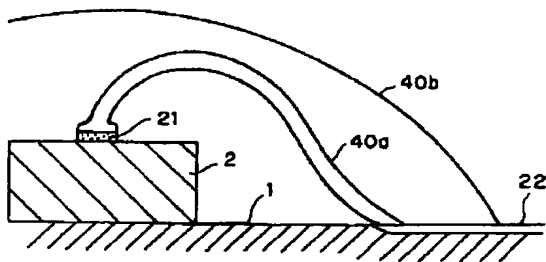


【図 18】

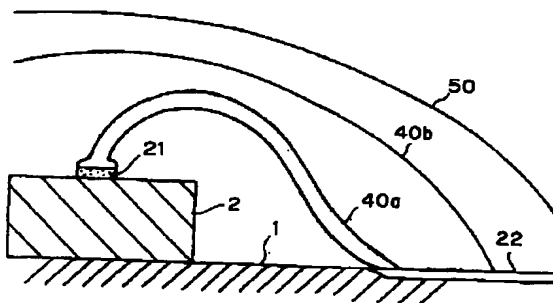


【図 21】

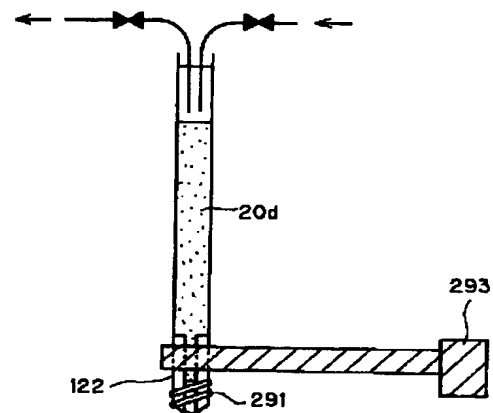
【図 20】



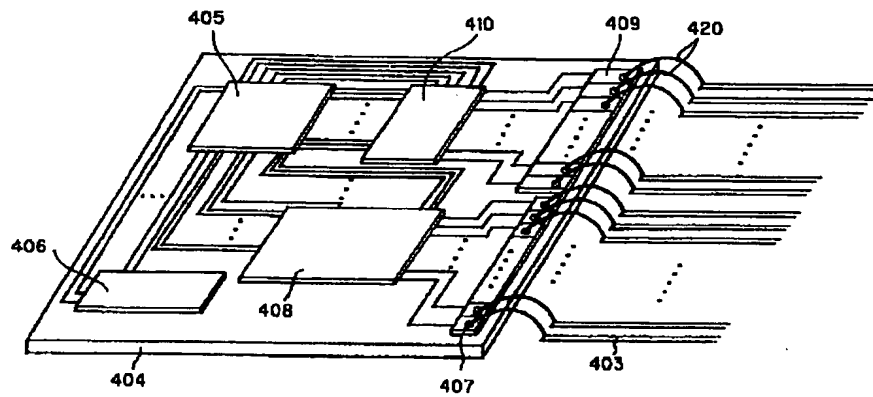
【図 22】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 健二
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 舟田 雅夫
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 小澤 隆
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-243858

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/30
G02B 6/13
G02B 6/122

(21)Application number : 08-340204

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 19.12.1996

(72)Inventor : OKADA JUNJI
HIROTA MASANORI
TAGUCHI MASAHIRO
KONO KENJI
FUNADA MASAO
OZAWA TAKASHI

(30)Priority

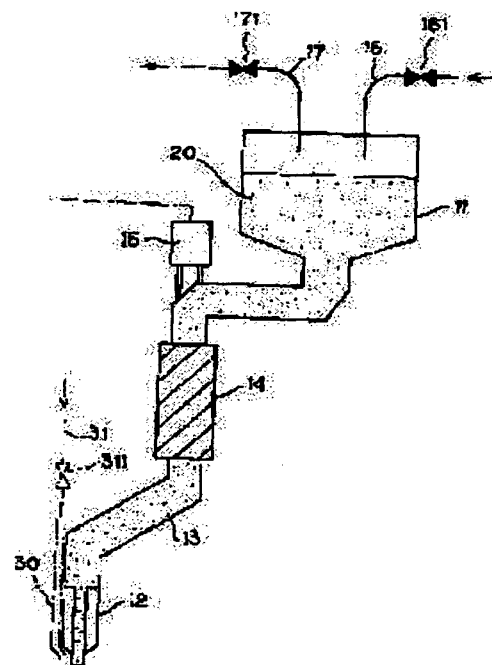
Priority number : 08 202 Priority date : 05.01.1996 Priority country : JP

(54) FORMATION OF OPTICAL TRANSMISSION LINE, OPTICAL TRANSMISSION LINE FORMING DEVICE AND OPTICAL CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of breakage and the remaining of a shearing stress at the time of connecting light transmission ends to each other with an operation transmission line by forming the optical transmission line while supplying a solidifiable optical transmission line forming material existing in a fluid state.

SOLUTION: The optical transmission line forming material 20 is put into a tank 11 with a heater and is heated to the temp. at which the material melts and attains a desired viscosity. The inside of this tank 11 is pressurized to supply the optical transmission line forming material 20 to a capillary 12. The heated optical transmission line forming material 20 is pushed out of the capillary 12 right above the first optical transmission end. The front end of the material 20 is cooled by contact with the first optical transmission end so as to be solidified and to have adhesive power. The optical transmission line forming material 30 is thereafter moved to draw a circular arc toward the second optical transmission end while the material is extruded, by which the optical transmission line is formed while the outline of the optical transmission line is drawn and while the material 30 is solidified.



LEGAL STATUS

Date of request for examination]

12.06.2002

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application converted

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

LAIMS

Claim(s)]

Claim 1] The optical-transmission-line formation method which forms an optical transmission line between [which is characterized by providing the following / which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via this optical transmission line] optical-transmission edges. the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic which is in a flow state at the 1st optical-transmission edge of the aforementioned optical-transmission edges -- supplying -- this -- the 1st connection process which connects this optical-transmission-line formation material to the 1st optical-transmission edge the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state which follows the optical-transmission-line formation material connected to the optical-transmission edge of the above 1st -- this -- the optical-transmission-line bridge formation process over which it builds to the 2nd optical-transmission edge of an optical-transmission edge to the 1st aforementioned optical-transmission edge the optical-transmission-line formation material over which it was built between the optical-transmission edge of the above 1st, and the optical-transmission edge of the above 2nd -- this -- the 2nd connection process linked to the 2nd optical-transmission edge

Claim 2] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by being the process which builds over this optical-transmission-line formation material to the optical-transmission edge of the above 2nd while the aforementioned optical-transmission-line bridge formation process continues supply of the optical-transmission-line formation material which follows the optical-transmission-line formation material supplied to the optical-transmission edge of the above 1st.

Claim 3] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by being the process over which it builds to the optical-transmission edge of the above 2nd while the aforementioned optical-transmission-line bridge formation process **** optical-transmission-line formation material supplied to the optical-transmission edge of the above 1st.

Claim 4] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by having the solidification promotion process of making the optical-transmission-line formation material which forms the aforementioned optical transmission line after building while building over the aforementioned optical-transmission-line bridging material from the optical-transmission edge of the above 1st to the optical-transmission edge of the above 2nd and promoting the solidification of this optical-transmission-line formation material.

Claim 5] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by to be the optical-transmission-line bridge-formation method which forms the optical transmission line of the two-layer structure which consists of a core and clad as the aforementioned optical transmission line, and for the aforementioned optical-transmission-line bridge-formation process to be a process in a flow state which is in a flow state about the 1st material of the freezing characteristic in which a core is formed, and which builds over the optical-transmission-line formation material of the two-layer structure in the state where of it surrounded with the 2nd material of the freezing characteristic in which clad is formed.

Claim 6] It is the optical-transmission-line formation method which forms the optical transmission line of the two-layer structure which consists of a core and clad as the aforementioned optical transmission line. The aforementioned optical-transmission-line bridge formation process is a process built over the 1st material of the freezing characteristic in a flow state in which a core is formed, and with the 2nd material of the freezing characteristic which is in a flow state after the connection process end of the above 2nd The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by having a wrap clad formation process for the 1st material of the above over which it was built between the optical-transmission edge of the above 1st, and the optical-transmission edge of the above 2nd.

Claim 7] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by having a wrap shading process for this optical transmission line by the shading material which shades the aforementioned optical transmission

ne from the outdoor daylight of the aforementioned optical transmission line after forming the aforementioned optical transmission line.

Claim 8] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 that the aforementioned optical-transmission edge is characterized by forming an optical transmission line in the optical-transmission edge of the above and for the optical-transmission edge by the side of luminescence, and the optical-transmission edge by the side of light-receiving from the optical-transmission edge of the above 1st as the optical-transmission edge of the above 1st, and an optical-transmission edge of the above 2nd, respectively when the role assignment is made at the optical-transmission edge by the side of luminescence, and the optical-transmission edge by the side of light-receiving.

Claim 9] The optical-transmission-line formation method according to claim 1 characterized by being the process at which the connection process of the above 2nd forms the optical-transmission-line formation material near the optical-transmission edge of the above 2nd in the configuration which suits the input and/or output of signal light to the optical-transmission edge of the above 2nd after making the aforementioned optical-transmission-line formation material adhere to the optical-transmission edge of the above 2nd.

Claim 10] Optical-transmission-line formation equipment which forms an optical transmission line between [of the organizer-ed / optical-transmission-line / which has the optical-transmission edge which is characterized by providing the following, and which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via this optical transmission line / this] optical-transmission edges. The nozzle which injects the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state. A move means to move the aforementioned nozzle in the direction of three dimensions relatively to the aforementioned organizer-ed [optical-transmission-line]. A injection means to inject the flow state **** aforementioned optical-transmission-line formation material free [injection and a halt] from the aforementioned nozzle. By controlling the aforementioned move means and the aforementioned injection means, the aforementioned nozzle is moved to the position of the 1st optical-transmission edge of the aforementioned optical-transmission edges. This optical-transmission-line formation material connected to the 1st optical-transmission edge. from this nozzle -- this -- the aforementioned optical-transmission-line formation material which is in a flow state at the 1st optical-transmission edge -- supplying -- this -- the optical-transmission-line formation material in a flow state which follows the optical-transmission-line formation material connected to the optical-transmission edge of the above 1st -- this -- so that it may build from the 1st optical-transmission edge to the 2nd optical-transmission edge of the aforementioned optical transmission lines the aforementioned nozzle -- this -- from the position of the 1st optical-transmission edge -- this -- it moves to the position of the 2nd optical-transmission edge -- making -- this optical-transmission-line formation material -- this -- the control means connected to the 2nd optical-transmission edge

Claim 11] Optical-transmission-line formation equipment according to claim 10 characterized by having a solidification promotion means to make the optical-transmission-line formation material which forms the aforementioned optical transmission line promote the solidification of this optical-transmission-line formation material after building while having built over the aforementioned optical-transmission-line formation material from the optical-transmission edge of the above 1st to the optical-transmission edge of the above 2nd.

Claim 12] Optical-transmission-line formation equipment which forms the optical transmission line of the two-layer structure which consists of a core and clad as the aforementioned optical transmission line characterized by providing the following. The 1st material of the freezing characteristic which has the aforementioned nozzle in a flow state and which forms a core. Double-pipe structure of injecting the 2nd material of the freezing characteristic which forms clad in a flow state which surrounds this 1st material.

Claim 13] It is optical transmission line formation equipment according to claim 10 which carries out [that it is what controls the aforementioned nozzle to force the aforementioned type section on the optical transmission line formation material near the optical transmission edge of the above 2nd after the aforementioned nozzle has the mold section for fabricate the aforementioned optical transmission line formation material in the configuration which suits the input and/or the output of signal light to the optical transmission edge of the above 2nd and the aforementioned control means make the aforementioned optical transmission line material adhere to the optical transmission edge of the above and , and] as the feature .

Claim 14] In the optical circuit which comes to form an optical transmission line between [which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via this optical transmission line] optical-transmission edges The optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state is applied to the 1st optical-transmission edge of the aforementioned optical-transmission edges. this -- with the 1st connection process which connects this optical-transmission-line formation material to the 1st optical-transmission edge the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state which follows the optical-transmission-line formation material connected to the optical-transmission edge of the above 1st -- this -- with

the optical-transmission-line bridge formation process over which it builds to the 2nd optical-transmission edge of an optical-transmission edge to the 1st aforementioned optical-transmission edge the optical-transmission-line formation material over which it was built between the optical-transmission edge of the above 1st, and the optical-transmission edge of the above 2nd -- this -- pass the 2nd connection process linked to the 2nd optical-transmission edge -- the optical circuit characterized by being formed

[Claim 15] The signal processor characterized by having an optical circuit according to claim 14, and performing signal processing using the aforementioned optical circuit.

[translation done.]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the optical-transmission-line formation method which forms an optical transmission line between [which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via the optical transmission line] optical-transmission edges, the equipment used for operation of the method, the optical circuit formed by the method, and the signal processor equipped with the optical circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what is depended on electric wiring as a connection method of an electronic circuitry is known. However, since delay, distortion of a wave, etc. arise in electric wiring with improvement the speed of circuit processing speed in recent years and an exact signal transmission is not made, an electrical signal transposed to light and the so-called optical interconnection technology of transmitting a signal by the optical transmission line is proposed. However, since optical interconnection technology needs the precision of several micrometers or less for optical-axis doubling for combination with a light emitting device, a photo detector, or an optical waveguide, it has the problem that a mounting assembly is difficult.

[0003] Moreover, it is not made to couple directly, using an optical waveguide as the method of light-emitting-device-to-connecting, but the non-contact type optical coupling machine which space is made to spread light and connects directly is also proposed. However, although the measures of processing the edge of the optical fiber which counters light-emitting part further in the shape of a lens are taken with such a non-contact type optical coupling vessel in order to make joint loss small, the mounting (alignment) process is complicated more. Since the optical connection between the conventional optical fiber, and a carrier and a light emitting device has its carrier and luminescence side in the upper surface of a die and it needs to combine it with the light from the upper part, or the light to the upper part, the edge of an optical fiber is cut and ground at 45 degrees, it is necessary to control simultaneously about three shafts of θ of rotation of the circumference of the optical axis of a fiber, and axial doubling, and alignment cost will occupy the great portion of mounting cost.

[0004] In order to solve this, the method which carries out optical coupling of between elements is proposed by JP,1-59903,A and JP,5-88028,A by carrying out the direct file of the optical fiber to an element by the wirebonding formula.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if the optical fiber is used in the conventional optical semiconductor device in the optical-transmission-line formation between the optical-transmission edges used as the transmitting end of a lightwave signal, or a receiving end and the same mounting method as wirebonding is adopted from not having flexibility to the extent that wirebonding which connects between with a length of several mm from several micrometers can be performed freely, an optical fiber When it is going to perform wirebonding and an optical fiber is made crooked, an optical fiber fractures by the flexion and connection is next to impossible as a matter of fact. Moreover, though wirebonding is able to be performed without fracturing, in order for shearing stress to always join a bond part with an optical-transmission edge, i.e., a light emitting device, a photo detector, or an optical waveguide, there is also a trouble on reliability that a possibility of causing adhesion ablation is large.

[0006] this invention is made in view of the above-mentioned situation, is faced connecting optical-transmission edges by the optical transmission line, and fracture arises or it aims to let it offer the prevented reliable optical-transmission-line formation method, the suitable equipment for operation of the method, the optical circuit formed by the method, and the signal processor equipped with the optical circuit that shearing stress remains.

[0007]

Means for Solving the Problem] The optical-transmission-line formation method of this invention of attaining the above-mentioned purpose In the optical-transmission-line formation method which forms an optical transmission line between [which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via the connected optical transmission line] optical-transmission edges (1) The optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state is supplied to the 1st optical-transmission edge of the above-mentioned optical-transmission edges. Follow the optical-transmission-line formation material connected to the 1st optical-transmission edge of the connection process (2) above 1st which connects optical-transmission-line formation material to the 1st optical-transmission edge. The optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state from the 1st optical-transmission edge It is characterized by having the 2nd connection process which connects to the 2nd optical-transmission edge the optical-transmission-line formation material over which it was built between the optical-transmission edges of the optical-transmission-line bridge formation process (3) above 1st and the optical-transmission edges of the above 2nd over which it builds to the 2nd optical-transmission edge of the above-mentioned optical-transmission edges.

[0008] In this invention, a "flow state" means the state of having the fluidity before optical-transmission-line formation material solidifies here. in this flow state Heated material (here optical-transmission-line formation material) is softened according to a melting state, i.e., heating. The state which gave the fluidity to heated material by this softening, and a dissolution state (here optical-transmission-line formation material), i.e., a solute, are melted to a solvent, and the both sides in the state where this gave the fluidity to the solute are included.

[0009] The optical-transmission-line formation method of this invention forms an optical transmission line with the optical-transmission-line formation material in a flow state, since it is the thing made to solidify during the formation after formation, fracture and generating of shearing stress are prevented and reliable optical-transmission-line formation is performed. The optical-transmission-line formation method of this invention may be the process which builds over the optical-transmission-line formation material to the optical-transmission edge of the above 2nd here, while the above-mentioned optical-transmission-line bridge-formation process continues supply of the optical-transmission-line formation material which follows the optical-transmission-line formation material supplied to the optical-transmission edge of the above 1st, or it may be the process build to the optical-transmission edge of the above 2nd, ****(ing) the optical-transmission-line formation material which the above-mentioned optical-transmission-line bridge-formation process supplied to the optical-transmission edge of the above 1st.

[0010] Moreover, as for the optical-transmission-line formation method of the above-mentioned this invention, it is so desirable to have the solidification promotion process of making the optical-transmission-line formation material which forms the optical transmission line after building while building over the above-mentioned optical-transmission-line formation material from the optical-transmission edge of the above 1st to the optical-transmission edge of the above 2nd promoting the solidification of the optical-transmission-line formation material. At this solidification promotion process, in order to make optical-transmission-line formation material solidify, heat energy, a light energy, etc. are given to optical-transmission-line formation material, or heat energy etc. is taken from optical-transmission-line formation material.

[0011] Furthermore, when the optical-transmission-line formation method of the above-mentioned this invention is the optical-transmission-line formation method which forms the optical transmission line of the two-layer structure which consists of a core and clad as the above-mentioned optical transmission line, it is desirable that the above-mentioned optical-transmission-line bridge-formation process is the process in a flow state which is in a flow state about the 1st material of the freezing characteristic in which a core is formed and which builds over the optical-transmission-line formation material of dual structure in the state where of it surrounded with the 2nd material of the freezing characteristic in which clad is formed.

[0012] Or the optical-transmission-line formation method of the above-mentioned this invention When it is the optical-transmission-line formation method which forms the optical transmission line of the two-layer structure which consists of a core and clad as the above-mentioned optical transmission line The above-mentioned optical-transmission-line bridge formation process is a process built over the 1st material of the freezing characteristic in a flow state in which a core is formed, and with the 2nd material of freezing characteristic which is in a flow state after the connection process and of the above 2nd You may have a wrap clad formation process for the 1st material of the above over which it was built between the optical-transmission edge of the above 1st, and the optical-transmission edge of the above 2nd.

[0013] Furthermore, after the optical-transmission-line formation method of this invention forms the above-mentioned optical transmission line, it is desirable to have a wrap shading process for the optical transmission line by the shading material which shades the optical transmission line from light other than the optical transmission line. Furthermore, when the role assignment is made for the above-mentioned optical-transmission edge by the optical-transmission-line formation method of this invention at the optical-transmission edge by the side of luminescence, and the optical-

transmission edge by the side of light-receiving, it is desirable to form an optical transmission line in the optical-transmission edge of the above 2nd for the optical-transmission edge by the side of luminescence and the optical-transmission edge by the side of light-receiving from the optical-transmission edge of the above 1st as the optical-transmission edge of the above 1st and an optical-transmission edge of the above 2nd, respectively.

[014] As for the optical-transmission-line formation method of this invention, it is still more desirable that the connection process of the above 2nd is a process which forms the optical-transmission-line formation material 2nd near the optical-transmission edge in the configuration which suits the input and/or output of signal light to the 2nd optical-transmission edge after making the above-mentioned optical-transmission-line formation material adhere to the optical-transmission edge of the above 2nd. Moreover, the suitable optical-transmission-line formation equipment of this invention for operation of the optical-transmission-line formation method of the above-mentioned this invention includes the optical-transmission-line formation equipment which forms an optical transmission line between [of the organizer-ed / optical-transmission-line / which has the optical-transmission edge which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via the connected optical transmission line] these optical-transmissions edges (1) the nozzle (2) above-mentioned nozzle in a flow state which injects the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic The move means (3) flow state **** optical-transmission-line formation material relatively moved in the direction of three dimensions to the above-mentioned organizer-ed [optical-transmission-line] By controlling the injection means (4) above-mentioned move means and the above-mentioned injection means of injecting free [injection and a halt] from the above-mentioned nozzle The above-mentioned nozzle is moved to the position of the 1st optical-transmission edge of the above-mentioned optical-transmission edges. Supply the optical-transmission-line formation material in a flow state to the 1st optical-transmission edge from the nozzle, and optical-transmission-line formation material is connected to the 1st optical-transmission edge. The optical-transmission-line formation material in a flow state which follows the optical-transmission-line formation material connected to the 1st optical-transmission edge so that it may build from the 1st optical-transmission edge to the 2nd optical-transmission edge of the above-mentioned optical transmission lines The above-mentioned nozzle is moved from the position of the 1st optical-transmission edge to the position of the 2nd optical-transmission edge, and it is characterized by having the control means which connect optical-transmission-line formation material to the 2nd optical-transmission edge.

[015] Here, after building over it as the optical-transmission-line formation equipment of the above-mentioned this invention builds over the above-mentioned optical-transmission-line formation material from the 1st optical-transmission edge to the optical-transmission edge of the above 2nd or, it may be equipped with solidification promotion meanses (for example, a heating means, an optical irradiation means, a cooling means, a ventilation means, etc.) make the optical-transmission-line formation material which forms the optical transmission line promote the solidification of the optical-transmission-line formation material.

[016] Moreover, it is desirable that it is a thing [having double-pipe / injecting the 1 material of freezing characteristic / forming a core / that an above-mentioned nozzle is in a flow state when the two-layer structure / that the optical-transmission-line formation equipment of an above-mentioned this invention serves as a core from clad as an above-mentioned optical transmission line / is optical-transmission-line / forming an optical transmission line / formation equipment], and the 2 material of freezing characteristic / forming clad / that it is in a flow / surrounding the material / state] / structure /.

[017] In the optical-transmission-line formation method of the above-mentioned this invention furthermore, the above-mentioned nozzle It has the mold section for fabricating optical-transmission-line formation material in the configuration which suits the input and/or output of signal light to the optical-transmission edge of the above 2nd. the above-mentioned control means After making optical-transmission-line material adhere to the 2nd optical-transmission edge, it is also a desirable gestalt that it is what controls the above-mentioned nozzle to force the above-mentioned type action on the optical-transmission-line formation material 2nd near the optical-transmission edge.

[018] It is not that to which the composition will be limited especially if the optical-transmission-line formation material is in a flow state in case the above-mentioned nozzle injects the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic from the nozzle. By preparing a heating means in a nozzle or its near, supplying the state solidified up to the entrance of the nozzle, for example, fine particles, and the optical-transmission-line formation material as a wire rod, and heating with the nozzle You may constitute, as it is in a flow state, in case it injects from the nozzle. Or by having a tank for setting optical-transmission-line formation material in the flow state apart from a nozzle, and applying heat to the optical-transmission-line formation material in the tank, optical-transmission-line formation material in the tank may be made into a flow state, and the optical-transmission-line formation material in the flow state may be supplied to a nozzle. Furthermore, the optical-transmission-line formation material will not need to be in a flow state, may inject from a nozzle the optical-transmission-line formation material of the thermal

agulation nature which is in a flow state in ordinary temperature, may form an optical transmission line, and may be made to solidify it by giving heat to the optical transmission line by heating. Furthermore, the optical-transmission-line formation material will not need to be in a flow state with heat energy, or it is not necessary to solidify it with heat energy, when it is [for example,] in a solvent, it is in a flow state, it may be solidified by removing the solvent by heat or the wind, and may be solidified by giving a light energy to the optical-transmission-line formation material in a flow state. the above-mentioned nozzle is constituted by various according to the property of the optical-transmission formation material which is, in short, going to use the optical-transmission-line formation material which it is going to use for formation of an optical transmission line that what is necessary is just what can be injected in the state of a flow

[019] Furthermore, the optical circuit of this invention is set to the optical circuit which comes to form an optical transmission line between [which performs the optical transmission which is connected by the optical transmission line and goes via this optical transmission line] optical-transmission edges. The optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in a flow state is supplied to the 1st optical-transmission edge of the above-mentioned optical-transmission edges. The 1st connection process which connects optical-transmission-line formation material to the 1st optical-transmission edge, The optical-transmission-line bridge formation process in a flow state which follows the optical-transmission-line formation material connected to the optical-transmission edge of the above 1st and which builds over the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic to the 2nd optical-transmission edge of the optical-transmission edge to the 1st above-mentioned optical-transmission edge, It is characterized by being formed through the 2nd connection process which connects to the 2nd optical-transmission edge of the optical-transmission-line formation material over which it was built between the optical-transmission edge of the above 1st, and the optical-transmission edge of the above 2nd.

[020] Furthermore, the signal processor of this invention is equipped with the optical circuit of this invention, and is characterized by performing signal processing using the optical circuit.

[021]

[Embodiments of the Invention] With reference to an attached drawing, the operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 1 is the perspective diagram showing the important section of an optical interconnection common to each operation gestalt explained to the following of this invention. glass or LiNbO₃ etc. -- the optoelectronic integrated circuit 2 which has luminescence, photo detector, and electronic circuitry which were formed on a GaAs wafer, etc. is carried in the substrate 1. Optical-waveguide 3a for transmitting a signal to the optical input edge of other opto-electronic integrated circuits is formed in the substrate 1 from the optical output edge of the 1st opto-electronic integrated circuit. optical-waveguide 3a -- Cs⁺ to glass etc., Rb⁺, Li⁺, and Ag⁺ etc. -- the ion exchange or LiNbO₃ etc. -- it is formed of ionic diffusions, such as V, nickel, Cu, and Ti moreover, SiO₂ according to CVD and sputtering in an Si wafer, GaAs wafer, etc. top and Si₃N₄ etc. -- deposition and etching are repeated by the MOCVD GaAs epitaxial growth by formation of an oxide film and a nitride, the ion implantation, and the electron beam etc., and, thereby, optical-waveguide 3b is formed of it. Optical-waveguide 3a and optical waveguide circuit 3b are optically combined by the optical transmission line 4 formed when the transmission-line formation material in a flow state which is the feature of this invention connected and the connected optical-transmission-line formation material solidified, and, on the other hand, each electrical connection terminal is electrically combined with the wire 5 by the wirebonding method as usual which used the gold streak etc.

[022] Drawing 2 is the outline block diagram of optical-transmission-line formation equipment common to the operation gestalt explained below. The substrate 1 in which the optoelectronic integrated circuit 2 was carried is laid in the substrate installation base 8. It has the camera 11 which this equipment 10 photos the portion which forms an optical transmission line, and acquires a picture signal, and the capillary (an example of the nozzle said to this invention) 12 which injects the optical-transmission circuit formation material in a flow state. Although the upper part of a capillary 12 is equipped with the optical-transmission-line formation work handling section for supplying optical-transmission-line formation material to a capillary 12 etc., the illustration ellipsis is carried out in this drawing 2.

[023] Moreover, although not shown in this drawing 2, depending on the operation gestalt mentioned later, it has the light source the nozzle (nozzle 30 reference of drawing 3) which hits cold blast or warm air beside a capillary 12, or optical irradiation. The capillary mechanical component 114 which makes it move in the direction of X which states an arm 13 for a capillary 12 horizontally, the direction of Y which makes an arm 13 expand and contract, and the direction of three dimensions of the Z direction which rotates an arm 13 up and down free is connected with this capillary 12 through the arm 13. When moving a substrate 1 greatly, the direction of the substrate installation base 8 moves. It is inputted into the control circuit 115 which consists of a microcomputer etc., and automatic recognition of the position of the point (optical-transmission edge) which should be connected by the optical transmission line according to the picture signal is carried out by the control circuit 115, and the picture signal acquired with the camera

1 controls the capillary mechanical component 114 so that a capillary 12 moves to the position according to the optical-transmission edge. Moreover, this control circuit 115 also performs injection of the optical-transmission-line formation material from a capillary 12 and the control of the rotation of the ball-thread-like screw 141 (refer to drawing 2) which performs a halt which are mentioned later. About move control of the capillary 12 through the capillary mechanical component 114 by the control circuit 115 and supply of optical-transmission-line formation material, and the detail of control of a halt, it mentions later.

[024] Drawing 3 is the outline block diagram of the optical-transmission-line formation work handling section of the capillary upper part by which the illustration ellipsis was carried out by drawing 2. The upper part of a capillary 12 is equipped with a tank 11, and the tank 11 and capillary 12 are connected with it with the transfer pipe 13 for transporting the optical-transmission-line formation material 20. Moreover, it has the amount control section 14 of transfers which controls the amount which transports the optical-transmission-line formation material 20 to a capillary 12 in the middle of this transfer pipe 13.

[025] Drawing 4 is the type section view of the amount control section of transfers. The interior of the amount control section 14 of transfers is equipped with the ball-thread-like screw 141, and the motor 15 is connected with the axis of rotation of this screw 141. The rotation and a halt are controlled by the instructions from the control circuit 115 which flows this motor 15 to drawing 2, and the amount of transfers to the capillary 12 of the optical-transmission-line formation material 20 by this amount control section 14 of transfers is defined according to rotation of this motor 15.

[026] It returns to drawing 3 and explanation is continued. The upper part of a tank 11 is sealed free [opening and closing], and the upper part is equipped with the bulb 161 which flows [the pressurization piping 16 which sends in the air or the predetermined gas for pressurizing the tank 11 interior, and] through the pressurization piping 16, and is intercepted. Moreover, the upper part of a tank 11 is equipped with the vacuum piping 17 for decompressing the tank interior, and its bulb 171 like this.

[027] Furthermore, while having the nozzle 30 for blowdown, such as gas for cooling, warm air, etc. according to the operation gestalt, beside a capillary 12 depending on the operation gestalt mentioned later, the nozzle 30 is equipped with the piping 31 which supplies gas, warm air, etc., and its bulb 311. Below, the optical-transmission-line formation material which is an important element in this invention, the 1st connection process, an optical-transmission-line bridge formation process, and the 2nd connection process are explained, and each operation gestalt concrete subsequently is explained.

(Optical-transmission-line formation material) It sets to selection of optical-transmission-line formation material (it may only abbreviate to material hereafter), and, to say nothing of transparency or a refractive index, the melting point or a glass transition point serves as the important point.

[028] The optical-transmission edge connected by optical-transmission-line formation material can use the material of comparatively the low melting point about the part which is not remarkable as for the temperature rise at the time of use, such as Light Emitting Diode, a photo detector, or an optical waveguide. For example, PMMA (110 degrees C of glass transition points, refractive index 1.49) is used as a material of the optical fiber made from plastics, and its reliability as an optical waveguide is high.

[029] However, when connecting with light emitting devices, such as LD, for example, it is necessary to take into consideration elevation of the temperature generated by the drive of a light emitting device. In LD, such as a surface emission-type laser, reliability -- the optical transmission line which the skin temperature might rise to about 150 degrees C, and was formed with material of the low melting point like PMMA carries out heat deformation, or there is possibility that the position gap with an optical transmission line and an optical-transmission edge and cutting in a connection place may occur -- may fall.

[030] Therefore, when using the material of melting nature, in consideration of the temperature rise of a connection place, you have to choose a refractory material. Moreover, when the material of a high-melting point is used not much conversely, there is a possibility of destroying the near optical waveguide and near optical circuit which are connected at the time of formation of an optical transmission line. Moreover, if the viscosity of material when forming the optical transmission line is too high, it will solidify, while the supply nonuniformity and the mustache of material had remained in the optical transmission line itself and the optical-transmission edge, and optical-transmission performances -- retrogression and dispersion of light occur -- will fall. Conversely, although viscosity needs to make formation speed of an optical transmission line late at the time of a low, with own surface tension of material, a front face becomes smooth and optical-transmission nature improves.

[031] That is, the material of melting nature needs to be chosen based on the maximum elevation temperature of an optical-transmission edge, the temperature of the material in the inside of bonding, and the viscosity at that time. In addition, although it is not necessary to take the temperature rise for connection into consideration especially when forming an optical transmission line with a thermosetting material without fear of melting etc., since there is fear, such

pyrolysis, it is necessary to use a heat-resistant high material too.

[032] With the 1st operation gestalt mentioned later, the polyarylate is chosen from refractory materials in consideration of elevation of the temperature in a light-emitting part. As a polyarylate, U polymer (tradename) by Nitika [, Ltd.], Ltd. is available as a material, for example. Material properties are refractive-index:1.60, glass-transition-point:193 degree C, and heat-deflection-temperature:175 degree C permeability:90%. Viscosity changes with melting temperature. At about 270-350 degrees C, viscosity is 102-105. It is a poise. In addition, the polyarylate and polyether sulphone (glass transition point : 224 degrees C) are raised to others as a refractory material.

[033] By the way, although it will be satisfactory if the fused optical-transmission-line formation material is connected to an optical-transmission edge, without performing any processing about the affinity of the optical-transmission edge connected with optical-transmission-line formation material and its material, when uncongenial, it is also possible to use primer material. What is necessary is just to use the Dow Corning Toray Silicone primer A etc. as primer material.

[034] Heat the substrate connected instead of using primer material, since the process for supplying primer material to an optical-transmission edge in that case is needed, or make ambient temperature in a connection place into height, and make it however, more desirable for an adhesive property to improve. Moreover, it is desirable to choose phosphoric-acid glass, the low melting glass SiO₂, and the adhesive good thing of SOG which are the passivation film of an optical circuit which it is going to connect with the material also as an optical-transmission-line formation material.

[035] Therefore, in the 1st operation gestalt explained below, bonding work is done in about 170-220-degree C atmosphere.

(1st connection process) At the 1st connection process and the 2nd connection process mentioned later, the I/O performance of the light in the optical-transmission edge is important.

[036] That is, it is necessary to connect so that optical-transmission nature may not fall by dispersion or refraction of close Idemitsu in a joint with the adjustment of the optical-transmission-line formation material in a connection place, and the optical waveguide, light emitting device or photo detector which is an optical-transmission edge. About positioning of a joint, while preparing a positioning mark in the circuit board as conventionally carried out by wirebonding, it can carry out by moving a capillary 12 to the junction part made to memorize beforehand.

[037] Moreover, in order to raise the junction nature in a connection, when optical-transmission-line formation material is connected to an optical-transmission edge, don't quench superfluously. If it quenches superfluously, an optical-transmission-line formation material point will accept and solidify, a foam will be formed in a connection, and there is a possibility that close Idemitsu may be scattered about. Therefore, it is more desirable to heat the optical-transmission edge beforehand. In order to heat an optical-transmission edge, the substrate installation base 8 of the equipment 10 shown in drawing 2 is heated at a heater, or the atmosphere of the connection circumference is heated. Since the substrate 1 whole will be uniformly heated when heating the atmosphere of the connection circumference since it does not quench the optical-transmission-line formation material which the damage's to the optical circuit connected decreased, and was supplied from the capillary 12, either, the loading of the material in a capillary 12 can be prevented. While moving the capillary 12 before the 1st connection process start, it is effective also at the point that it can prevent that the optical-transmission-line formation material of the point of a capillary 12 solidifies.

[038] In addition, although the solidification of a capillary point can be prevented if the temperature of capillary 12 is very thing is raised when not heating atmosphere, since the temperature of the part material itself rises, solidification is overdue, and also the front face and the interior which are touching air take [there being a possibility that solidification speed may change a lot, and not producing dispersion in the optical-transmission property of the refractive-index distribution which is not meant or others, and] cautions.

(Optical-transmission-line bridge formation process) In order to form the optical transmission line with the optical-transmission-line formation material before solidification rather than to make an optical-transmission edge adjust the edge of a ready-made optical fiber where optical-transmission nature was guaranteed, you have to make it the optical transmission line formed of solidification actually have to function as an optical transmission line in an optical-transmission-line bridge formation process. That is, while the light which carried out incidence into the optical transmission line from the optical-transmission edge repeats reflection within an optical transmission line, you have to determine the configuration so that it is necessary to form an optical transmission line so that outgoing radiation may be certainly carried out to the optical-transmission edge of another side, and retrogression, dispersion, transparency, etc. may occur and optical-transmission nature may not be spoiled.

[039] Then, the 1st optical-transmission edge is the optical transmission line of the side which carries out incidence of the light to optical transmission lines, such as a light-emitting part, and in forming the optical transmission line from this light-emitting part side, it moves the capillary 12 so that the optical transmission line may be first formed along with the travelling direction of the light in the 1st optical-transmission edge. By doing in this way, the incident light to

n optical transmission line will be certainly drawn in the optical transmission line.

040] Next, although an optical transmission line is formed toward the 2nd optical-transmission edge, it is necessary to adjust the curvature of an optical transmission line according to 2nd for [of an optical-transmission edge / a configuration or for connection] at this time. For example, what is necessary is just to move a capillary so that the configuration of an optical transmission line may turn into a configuration determined by the well-known waveguide design method when the 2nd optical-transmission edge is a photo detector and has lateral directivity in the optical detection direction.

041] However, when connecting with the waveguide beforehand formed on the photo detector which has directivity in the direction of incidence, or the substrate, you have to form an optical transmission line so that the direction of outgoing radiation of the outgoing radiation light from an optical transmission line may have consistency in the directions of incidence, such as the waveguide. In addition, what is necessary is just to determine the formation direction of an optical transmission line with the same thought, when reverse (i.e., when the 1st optical-transmission edge is a light-receiving side), although incidence of the light shall be carried out to an optical transmission line from the 1st optical-transmission one end in the above-mentioned example so that it may be easy to understand. Moreover, when performing both close outgoing radiation at one optical-transmission edge, it is necessary to form so that both conditions may be satisfied.

042] Since there is comparatively little dispersion, the direction precision of outgoing radiation of the light from an optical circuit or a light emitting device which is the candidate for connection of optical-transmission-line formation material can carry out incidence of the light certainly into an optical transmission line, if an optical transmission line is formed along the direction of outgoing radiation. Therefore, the incidence side of an optical transmission line may have connecting-location doubling precision lower than an outgoing radiation side. On the other hand, since the direction of outgoing radiation of the light depends for an outgoing radiation side on the configuration of an optical transmission line in many cases greatly as mentioned above, a high precision is needed by the time of optical-transmission-line formation.

043] Since connection in the 2nd optical-transmission edge will be made on the side of optical-transmission-line formation material in which it was injected from the capillary while it is easy to perform control of connection in the 1st optical-transmission edge in making optical connection, forming an optical transmission line, the connection control is difficult. Therefore, when the incidence and outgoing radiation side is decided beforehand, it is easy to control the way which uses an outgoing radiation side (incidence side of an optical transmission line) as the 1st optical-transmission edge, and uses an incidence side (outgoing radiation side of an optical transmission line) as the 2nd optical-transmission edge.

The 2nd connection process) In the 2nd connection process, adjustment with the direction of close outgoing radiation of the light of an optical-transmission edge and the configuration of the formed optical transmission line is required so.

044] In order to connect the optical transmission line and the 2nd optical-transmission edge, forming an optical transmission line, you have to force the side side of an optical transmission line on a connection place. Therefore, it is necessary to form so that light may be transmitted to the 2nd optical-transmission edge good from an optical transmission line, the optical-transmission-line side may become an optical-waveguide cross-section side (namely, passage side of light) in the 2nd optical-transmission edge, move control of a capillary may be performed or the cutting plane of optical-transmission-line formation material may function as a reflector of the direction of optical ON appearance. In addition, another process besides the method of forcing the side of a capillary on forming a reflector may be established, and the reflective section may be formed.

045] The various operation gestalten which meet hereafter the fundamental view explained above are explained. The 1st operation gestalt) drawing 5 - drawing 7 show the process which forms the optical transmission line in the 1st operation gestalt of the optical-transmission-line formation method of this invention -- respectively -- a part for a pre-stage, and the middle -- it is process drawing for a portion and a post-stage Hereafter, the 1st operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 5 - drawing 7 with drawing 1 - drawing 4 .

046] First, the polyarylate as an optical-transmission-line formation material 20 is put into the tank 11 with the heater or temperature controls shown in drawing 3 , and it heats to the temperature from which a polyarylate fully fuses and serves as desired viscosity, for example, 300 degrees C. Then, a bulb 171 is opened and the air currently involved in the optical-transmission-line formation material 20 is extracted. Subsequently, after shutting a bulb 171, a bulb 161 is opened shortly, the inside of a tank 11 is pressurized, a motor 15 is rotated further, and the screw 141 (refer to drawing 1) of the amount control-section of transfers 14 interior is rotated to the side which supplies the optical-transmission-line formation material 20 to a capillary 121. Then, the optical-transmission-line formation material 20 with the fluidity is extruded towards a capillary 12 from a tank 11.

0047] The diameter of a nose of cam of a capillary 12 is designed a little more thickly than the desired diameter of an optical transmission line. For example, if the size of the light-emitting part of a light emitting device which is going to connect is 10 micrometers in diameter, an optical transmission line with a diameter of about 25 micrometers will be formed, and the diameter of a nose of cam of a capillary 12 will be designed by the diameter of about 40 micrometers. First, a capillary 12 is moved to the position of the right above of the light emitting device which is the 1st optical-transmission edge 21, and the optical-transmission-line formation material 20 heated by 270 degrees C - 300 degrees C right above [of the 1st optical transmission line 20] is extruded from a capillary 12 (drawing 5 step (A)). A capillary 12 is dropped where the optical-transmission-line formation material 20 is extruded in part from a capillary 12 (step (B)). When the nose of cam of the optical-transmission-line formation material 20 is pressed against the 1st optical-transmission edge 21, a part of nose of cam of the material 20 is crushed on the outskirts, it spreads, and the nose of cam of the material 20 comes to have adhesive strength while being cooled by contact at the 1st optical-transmission edge 21 and solidifying it. Like the 1st BONTINGU to which the wire bonder of the conventional gold streak crushes a ball, and enlarges adhesion area, since what is necessary is just to enlarge adhesion area for increasing bond strength, when pressing at the 1st optical-transmission edge 21 in fact, adhesion area can be enlarged by setting up time a little greatly and making [more] material supply in the 1st optical-transmission edge 21, and a bond strength can be increased. However, it is better to supply material so that the diameter of an optical transmission line is of the same grade as the luminescence area, or flash width of face may become 20% or less of a diameter of an optical transmission line, in being small although it is not necessary to take into consideration especially when an optical transmission line is sufficiently larger than the luminescence area of the light emitting device which forms the 1st optical-transmission edge 21, since the incident light to the optical transmission line will overflow, it will become dispersion and reflection in a portion and optical coupling nature will fall, if there is too much amount of supply.

0048] Then, extruding the optical-transmission-line formation material 20 by continuing pressurization into the optical-transmission-line formation material 20, a capillary 12 goes up slowly, and it moves so that radii may be drawn toward the photo detector which is the 2nd optical-transmission edge 22 (drawing 6 step (D)). While forming an optical transmission line so that a light emitting device may inject light in the direction perpendicular to the circuit board, therefore it may extend in the perpendicular direction from the 1st optical-transmission edge 21 in this operation. Next, a capillary 12 is moved so that it may become the loose radius of curvature which makes a diameter distance which connects for two points of the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22 towards the 2nd optical-transmission edge 22. An optical transmission line is formed making it solidify moreover, while this forms the outline of an optical transmission line. Therefore, since alignment becomes only a thing about the optical-transmission edges 21 and 22, it can reduce alignment cost sharply. The capillary 12 is heated to the point and the optical-transmission-line formation material 20 has it in a melting state in the point of a capillary 12. In addition, in order to control the configuration of an optical transmission line, the viscosity of the optical-transmission-line formation material 20 is desirably adjusted to about 102-105P.

0049] In the connection process of the 1st above-mentioned optical-transmission edge 21 HE, the optical-transmission-line formation material 20 is pasted up at the same time it will contact the 1st optical-transmission edge 21 heated by 150-175 degrees C and will be cooled by this contact, shortly after coming out of a capillary 12. Then, the optical transmission line of a configuration in alignment with move tracing of a capillary 12 is formed, being cooled by atmosphere air (175 degrees C or less), and solidifying with it the optical-transmission-line formation material 20 injected from the capillary 12 according to the traverse speed of a capillary 12 at the same time it is injected (hyper-viscosity-izing).

0050] Therefore, if it inputs into the equipment 10 which shows the coordinate for two points which it is going to connect to drawing 2, the loop control adopted by the wire bonder using the conventional gold streak and the same loop control (configuration control) are possible. However, to the loop control currently performed by the wire bonder using the conventional gold streak making the peak of a loop the method of prevention low, you have to control here so that the configuration of a loop draws a smooth curve as much as possible. Moreover, to carrying out complicated control, in order to bend the wire bonder of the conventional gold streak so that it may become the configuration of a request of a straight-line-like gold streak, it forms an optical transmission line with this optical-transmission-line formation equipment 10 so that the semicircle which makes a diameter distance with which the carrier and luminescence of the light in an optical-transmission edge connect two optical-transmission edges to its carrier and luminescence side in being perpendicular may be drawn.

0051] Moreover, for example, the 1st optical-transmission edge 21 is the device which injects light from the upper surface of the circuit board to the upper part (it is perpendicularly to the circuit board). Case [whose 2nd optical-transmission edge 22 is / like the thin film waveguide prolonged along the front face of the circuit board formed on the circuit board] Since the travelling direction of light becomes horizontal in the 2nd optical-transmission edge 22 side,

1 optical transmission line The convex semicircle which makes a diameter one half of the distance which connects for 10 points if it turns to the upper part from the upper surface of the 1st optical-transmission edge 21 is drawn. What is necessary is for the convex thin film waveguide by which the 2nd optical-transmission edge 22 was formed on the contact of radii, i.e., the circuit board, to serve as a tangent, and just to control move tracing of a capillary 12 from the middle, to draw a curve which is smoothly connected with above-mentioned radii.

052] In a device which emits light to the side to the 1st optical-transmission edge 21 on the other hand like end-face minescence type laser diode, 90 degrees of capillary 12 very thing are rotated, and connection between the 1st optical-transmission edge 21 and the optical-transmission-line formation material 20 is made. Then, what is necessary to move to the 2nd optical-transmission edge 22, rotating 90 degrees and returning a capillary 12, for example, case whose 2nd optical-transmission edge 22 is / like the thin film waveguide on the circuit board], for it to be convex, and just to form so that the 2nd optical-transmission edge 22 may connect with the line horizontally extended from the 1st optical-transmission edge 21 by the contact of radii, i.e., the waveguide on the circuit board, serving as a tangent smoothly. Of course, a circuit board side is stood perpendicularly, at the 1st optical-transmission edge 21, a capillary 12 may be kept perpendicular, it may connect and a capillary may be rotated 90 degrees toward the connection by the side of the circuit board. Thus, connection of any optical-transmission edges 21 and 22 becomes possible in controlling the configuration of an optical transmission line by move tracing of a capillary 12.

053] Drawing the above tracing, a capillary 12 moves to the position of the 2nd optical-transmission edge 22 by the side of a substrate 1, and contacts the nose of cam of a capillary 12 at the 2nd optical-transmission edge 22 (step (E)). At this time, while suspending the pressurization control to the optical-transmission-line formation material 20, a screw 41 is rotated reversely for a moment, and optical-transmission-line formation material 20 in the 2nd optical-transmission edge 22 is cut by raising a capillary 12 immediately after it, preventing **** (drawing 7 step (F)). hereby, an optical transmission line is formed between the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22 (step (G)).

054] After contacting a capillary 12 at the 2nd optical-transmission edge 22, as mentioned above in addition, only by giving time difference between the supply interruption of the optical-transmission-line formation material 20, and elevation of a capillary 12 If there is a possibility that a thing like a mustache may remain in the edge by the side of the 2nd optical-transmission edge 22 of an optical transmission line and such a thing remains The light which has spread inside of an optical transmission line reflects there, and there is a possibility that the optical coupling property between an optical transmission line and the 2nd optical-transmission edge 22 may become bad. Then, with this operation gestalt, as shown in drawing, the configuration of the point of a capillary 12 considers as the configuration which has a taper to the field of the wiring substrate 1, and as the configuration for a connection of the 2nd optical-transmission edge 22 of an optical transmission line is controlled and it is shown in drawing 8 , thereby, it is giving the function to bend an optical path in the direction of a substrate 1. Thus, it is possible to control the configuration of an optical transmission line by changing the nose-of-cam configuration of a capillary 12 according to the specification of the 2nd optical-transmission edge 22. For example, when the 2nd optical-transmission edge 22 is a photo detector, it is good to give the taper near 45 degrees so that the light which has passed along the optical transmission line may be drawn at right angles to the 2nd optical-transmission edge 22, and the connectability of waveguide HE on a wiring substrate can be raised by making the angle of a taper into 10-30 degrees, for connecting with the waveguide extended horizontally.

055] After a series of above-mentioned optical-transmission-line formation processes are completed, in advance of the optical-transmission-line formation process of a series of, electric connection by the wire BONDENINGU method using the gold streak as usual etc. is made for each electrical connection terminal. Thus, after both electrical connection and optical connection are completed, it is removed and cooled from the substrate written base 8, the polyarylate which optical-transmission-line formation material solidifies a substrate 1, and the optical transmission line 40 of the configuration shown in drawing 8 completes it.

056] In addition, with the above-mentioned 1st operation gestalt, although the polyarylate was shown as an optical-transmission-line formation material 20, if a polymethylmethacrylate, a polycarbonate, polyether sulphone, an amorphous polyolefine, etc. are the material which has light-transmission nature, any are sufficient as them and they can produce not only organic polymeric materials but inorganic material, such as glass. The 2nd operation gestalt) With each operation gestalt after this 2nd operation gestalt, the same point as the 1st operation gestalt mentioned above may omit explanation.

057] Like the 1st operation gestalt mentioned above, in addition to drawing 1 - drawing 4 , drawing 5 - drawing 8 are referred to as it is, the difference with the 1st operation gestalt is as follows, and this 2nd operation gestalt of points other than the following differences is also the same as the 1st operation gestalt mentioned above. With this 2nd operation gestalt, hyperviscous silicone resin (for example, Dow Corning Toray Silicone JCR6126) is used as an

optical-transmission-line formation material 20.

0058] The optical transmission line formed by this silicone resin is solidified by carrying out stoving.

[The 3rd operation gestalt) drawing 9 - drawing 11 show the process which forms the optical transmission line in the 3rd operation gestalt of the optical-transmission-line formation method of this invention -- respectively -- a part for a pre-stage, and the middle -- it is process drawing for a portion and a post-stage

0059] the following, drawing 1 - drawing 4 -- ** -- the 3rd operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 9 - drawing 11 First, a polyarylate is put into the melting tank 11 with a heater to which temperature-control equipment was attached as an optical-transmission-line formation material 20. A polyarylate fully fuses and heats to the temperature from which viscosity turns into desired viscosity, for example, 300 degrees C. The polyarylate in the melting tank 11 fuses, and while viscosity falls and having a fluidity, the air which opened the bulb 171 and was involved in raw material is extracted. Subsequently, the polyarylate with the fluidity is extruded towards a capillary 12 by the pressurization means and screw 141 containing piping 16 and a bulb 161 from the melting tank 11. The temperature control of this extrusion path is carried out so that temperature may fall gradually toward a capillary 12 from the melting tank 11, and it has the heater 29 (refer to drawing 9 - drawing 11) for temperature controls also in the circumference of a capillary 12. The optical-transmission-line formation material 20 is adjusted to necessary hyperviscosity by this temperature fall.

0060] The opto-electronic integrated circuit 2 carried in the substrate 1 and the substrate 1 is being fixed on the substrate installation base 8 controlled by 150 degrees C or 180 degrees C. A capillary 12 moving to the upper part of the 1st optical-transmission edge 21, i.e., a light sensing portion, or a light-emitting part (drawing 9 step (A)), and descending to right above the 1st optical-transmission edge 21 The pressurization control to the optical-transmission-line formation material 20 in a tank 11 works, the optical-transmission-line formation material 20 is extruded slowly (step (B)), and the nose of cam of the extruded optical-transmission-line formation material 20 contacts the 1st optical-transmission edge 21 (step (C)). Then, a capillary 12 goes up slowly, extruding a polyarylate by continuing pressurization to the polyarylate which is the optical-transmission-line formation material 20, and it moves so that radii may be drawn toward the 2nd optical-transmission edge 22 (drawing 10 step (D)). When the nose of cam of a capillary 12 contacts the 2nd optical-transmission edge 22 (step (E)) It is suspending the pressurization control to a polyarylate, rotating reversely a screw 14 for a moment, and raising a capillary 12 immediately after. Preventing ****, cutting of the polyarylate in the edge of the 2nd optical-transmission edge 22 is ended (drawing 11 step (F)), and, thereby, an optical transmission line 40 is formed between the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22 (step (G)).

0061] The electrical connection by wirebonding using the wire gauze as usual etc. is made by each electrical connection terminal before the process after the process which forms this optical transmission line 40 of a series of. Thus, after the electrical and electric equipment and optical interconnection are completed, the polyarylate which was removed, was cooled from the substrate installation base 8, and was used for optical-transmission-line formation solidifies a substrate 1.

0062] It is also possible to provide the mechanism (for example, for it to consist of nozzle 30 grade shown in drawing 10) which injects gases, such as air or nitrogen, and cools optical-transmission-line formation material compulsorily near the point of a capillary 12 as a modification of the above-mentioned 3rd operation form. As a cooling medium, it is possible not only a gas but to use a liquid. Thus, by cooling compulsorily and promoting the solidification of light-transmission nature material, configuration control of an optical transmission line becomes easy, and dispersion in the optical transmission line of optical-transmission efficiency can be pressed down.

[The 4th operation form) The 4th operation form is explained with reference to drawing 1 - drawing 8 .

0063] First, as an optical-transmission-line formation material 20, polyester (for example, polyethylene terephthalate) is dissolved in the dichloromethane as a solvent, and desired viscosity is adjusted. Degassing of the air contained in a solution after that is carried out, and it puts into the solution tank 11. Since in the case of this operation form it is paid by the tank 11 after carrying out degassing of the optical-transmission-line formation material 20, the facility which accompanies the vacuum piping 17 and it which show drawing 3 does not need to be connected with a tank 11.

0064] The polyester solution as an optical-transmission-line formation material 20 is extruded by rotation of the pressurization means and screw 141 containing a bulb 161 towards a capillary 12 from the inside of the solution tank 11. A capillary 12 moves to right above [of the 1st optical-transmission edge 21, i.e., a light sensing portion, or a light-emitting part], pressurization control of a polyester solution works, slowly, a polyester solution is extruded and the extruded polyester solution nose of cam contacts the 1st optical-transmission edge 21 here. Then, a capillary 12 goes up [while extruding a polyester solution by continuing pressurization in a polyester solution, and] slowly, promoting the solidification of the polyester solution extruded from the capillary 12 by blowing off warm air from the nozzle 30 shown in drawing 3 , and it moves so that radii may be drawn toward the 2nd optical contact edge 22. When the nose

of cam of a capillary 12 contacts the 2nd optical-transmission edge 22, the pressurization control to a polyester solution suspended, a capillary 12 is gone up, according to a suck-back mechanism, **** is prevented, cutting of the polyester solution in the 2nd optical-transmission edge 22 is ended, and, simultaneously with it, the optical transmission line which connects the 1st and 2nd optical-transmission edge 21 and 22 by this is formed.

[065] The electrical connection by wirebonding using gold as usual etc. is made by each electrical connection terminal before it after this process of a series of. In addition, although the solidification of the optical-transmission-line formation material 20 is promoted by spraying warm air on the optical-transmission-line formation material 20 which forms an optical transmission line here, according to the kind of not only warm air but the optical-transmission-line formation material etc., it may heat or you may ventilate the wind of ordinary temperature.

[066] In addition, although the above-mentioned operation form showed the polyester solution as an optical-transmission-line formation material, if an acrylic, polyamides (Nylon 66 etc.), polystyrene, etc. are the material which has light-transmission nature, any are sufficient as them and they are usable as a solvent. [not only of a dichloromethane but a hexane, benzene, a carbon tetrachloride, chloroform, etc.] Moreover, independent or the use to mix is also possible for such material.

[067] In addition, the optical-transmission-line formation material solidified by polymerization reaction, the addition reaction, or the condensation reaction is used as a modification of the above-mentioned 4th operation form, heat energy or a light energy may be given to the optical transmission line after a formation end in the middle of formation, and it may be made to promote the solidification reaction.

(The 5th operation form) Drawing 12 - drawing 14 show the process in the 5th operation form which forms an optical transmission line. It is process drawing of a part for a part for a pre-stage, and an inside step, and a back end portion, respectively.

[068] The 5th operation form is explained with reference to drawing 1 - drawing 4 and drawing 12 - drawing 14. First, as an optical-transmission-line formation material 20, it dissolves in a dichloromethane as a solvent and polyester (for example, polyethylene terephthalate) is adjusted to desired viscosity. Degassing of the air contained in a solution after that is carried out, and it puts into the solution tank 11. The polyester solution as an optical-transmission-line formation material 20 is extruded towards a capillary 12 by the pressurization means and screw 141 containing a bulb 61 from the inside of the solution tank 11. A capillary 12 moves to right above [of the 1st optical-transmission edge 21, i.e., a light sensing portion, or a light-emitting part], and pressurization control of a polyester solution works, a polyester solution is extruded slowly, and it contacts the 1st optical-transmission edge 21 here. Then, the pressurization of a polyester solution is stopped, and a capillary 12 goes up slowly, and it moves so that radii may be drawn toward the 2nd optical-transmission edge 22. A polyester solution is not supplied between this movement, but a capillary 12 *** the polyester solution in contact with the 1st optical-transmission edge 21, contacts the 2nd optical-transmission edge 22, and finishes the optical connection between the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22.

[069] The electrical connection by wirebonding using gold as usual etc. is made by each electrical connection terminal before it after this process of a series of. Thus, you may form an optical transmission line using ****. Moreover, it is also possible for a polyester solution to be dropped at the 1st optical-transmission edge 21, and to make optical connection like the above-mentioned 5th operation gestalt as a modification of this 5th operation gestalt, using the capillary for ***** or **** etc. by contacting the optical-transmission edge 22 of ***** 2 in a polyester solution after that. The configuration of the capillary for ***** and **** is arbitration as long as **** work can be done.

(The 6th operation form) Drawing 15 is the outline block diagram of the optical-transmission-line formation work handling section in the 6th operation form. Here, each element attached to two tanks 11A and 11B is distinguished in the same subscripts A and B as Tanks 11A and 11B.

[070] The nose of cam of a capillary 121 has double-pipe structure, as shown in drawing 15 (B), and the main differences with the optical-transmission-line formation work handling section shown in drawing 3 are in the point that the optical-transmission-line formation material of the two-layer structure of optical-transmission-line formation material 20A which forms the core from tank 11A, and optical-transmission-line formation material 20B which forms the clad from tank 11B is extruded from the nose of cam of a capillary 121.

[071] Drawing 16 - drawing 18 show the process in this 6th operation form which forms an optical transmission line. It is process drawing for a part for a part for a pre-stage, and an inside step, and a post-stage, respectively. First, the polyarylate as optical-transmission-line formation material 20A for cores is put into tank 11A with a heater to which temperature-control equipment was attached. A polyarylate fully fuses and heats to the temperature from which viscosity turns into desired viscosity, for example, 300 degrees C. Vacuum piping 17A and bulb 171A which lower the atmospheric pressure in tank 11A to degassing of a polyarylate (20) are connected to this tank 11A, the polyarylate in a

nk 11 fuses, and while viscosity falls and having a fluidity, the air involved in the polyarylate is extracted. Similarly, is put into the silicone resin which acts as optical-transmission-line formation material 20B for clad by tank 11B, and inside of the tank 11B is also decompressed by vacuum piping 17B and bulb 171B, and degassing is carried out. A capillary 121 has outlet 121a of a polyarylate inside, and it has outlet 121b of silicone resin so that it may be surrounded.

072] A polyarylate with the fluidity and silicone resin are extruded towards a capillary 121 by each pressurization means and each screw (refer to drawing 4) containing each bulbs 161A and 161B from Tanks 11A and 11B. The temperature control of this extrusion path is carried out so that temperature may fall gradually toward a capillary 121 from Tanks 11A and 11B. The diameter of a nose of cam of a capillary 121 is designed a little more thickly than required optical-transmission ****. For example, if the size of the light-emitting part of a light emitting device is 10 micrometers in diameter, as for the diameter of the core section of an optical transmission line, about 25 micrometers will be used, and the diameter of about 35 micrometers will be used so that the clad section may enclose it. The diameter of a nose of cam of a capillary 121 is designed by the core section diameter of 40 micrometers, and the clad section diameter of about 50 micrometers. Moreover, the heater 29 (refer to drawing 9 - drawing 11) for temperature controls in the capillary 121 circumference In drawing 15 - drawing 18 , it has the illustration abbreviation.

073] The optoelectronic integrated circuit 2 carried in the substrate 1 and the substrate 1 is being fixed on the substrate installation base 8 controlled by 150 degrees C or 180 degrees C. It moves to right above [of the 1st optical-transmission edge 21, i.e., a light sensing portion, or a light-emitting part], and pressurization control of a polyarylate and silicone resin works, a polyarylate and silicone resin are extruded slowly here, and a capillary 121 contacts the 1st optical-transmission edge 21. Then, a capillary 121 goes up slowly, extruding a polyarylate and silicone resin by continuing pressurization to a polyarylate and silicone resin, and it moves so that radii may be drawn toward the 2nd optical-transmission edge 22.

074] Just before a capillary 121 touches the 2nd optical-transmission edge 22, the pressurization control to silicone resin is suspended, and it prevents silicone resin entering into the pipe of the polyarylate in the 2nd optical-transmission edge 22, and the 2nd optical-transmission edge 22. It is suspending the pressurization control to a polyarylate, rotating reversely rotation of a screw (refer to drawing 4) for a moment, and raising a capillary 121 immediately after it, when a capillary's 121 contacts the 2nd optical-transmission edge 22. Preventing ****, cutting of the polyarylate (20) in the 2nd optical-transmission edge 22 is ended, and this finishes optical connection of the core section of a between [the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22].

075] the dispenser of the structure same next as the optical-transmission-line formation work handling section shown in the edge of the 2nd optical-transmission edge 22 at drawing 3 etc. -- using -- silicone resin 20C (refer to drawing 18 3)) as a charge of a clad plate -- applying -- 120 degrees C -- there is nothing -- it is carrying out heat hardening all over a 150-degree C BEKU furnace, and a clad coat is completed Instead of preparing a dispenser etc. as mentioned above and supplying the silicone resin as clad to the 2nd optical-transmission edge 22 as a modification of the above-mentioned 6th operation form After finishing optical connection of the core section, the pressurization control to silicone resin is resumed. By wrapping the polyarylate in the 2nd optical-transmission edge 22 in silicone resin, suspending the pressurization control to silicone resin again after that, rotating reversely a screw for a moment, and using a capillary 121 immediately after it Preventing ****, cutting of the silicone resin in the 2nd optical-transmission edge 22 is ended, and you may make it finish optical connection of the core section between the 1st optical-transmission edge 21 and the 2nd optical-transmission edge 22, and the application of a clad coat.

076] The electrical connection by wirebonding using gold as usual etc. is made by each electrical connection terminal before it after this process of a series of. In addition, also in the 1st optical-transmission edge 21, although the apply control of core materials and the charge of a clad plate in the 2nd optical-transmission edge 22 was described, as long as it is required, after stopping supply of the charge of a clad plate, you may take the technique of resuming apply of the charge of a clad plate here.

077] If constituted as mentioned above, optical connection can be made forming a core and clad simultaneously. Thus, by preparing a clad layer in an optical transmission line, the cross talk in an optical transmission line can be reduced.

The 7th operation gestalt) Drawing 19 is the ** type view showing the optical transmission line formed of the 7th operation gestalt.

078] At the formation process of the optical transmission line using the capillary The optical-transmission-line formation work handling section of the structure shown in drawing 3 is used. by the polyarylate core section 40a An optical transmission line accept and form and after that by the dispenser of the same structure as the optical-transmission-line formation work handling section shown in drawing 3 The silicone as a clad plate is applied to the optical transmission line which consists only of core section 40a for every optical transmission line, and the optical

transmission line 40 which consists of core section 40a and clad section 40b is completed by carrying out heat hardening in a BEKU furnace (120 degrees C or 150 degrees C). Thus, you may form a core and clad at a separate process.

[0079] Drawing 20 is the ** type view having shown another modification of the 7th operation form. Here, clad section 40b is not about one section [core] 40a, and it is formed so that two or more core section 40a may be covered on the whole. Drawing 22 and drawing 23 are the ** type views showing the example in which the shading layer was formed. After forming wrap clad section 40b for core section 40a as mentioned above, what mixed black pigment to the resin of shading nature, for example, silicone resin, is supplied from a dispenser, clad section 40b is covered, and the shading layer 50 is formed. By carrying out like this, the cross talk in an optical transmission line can be reduced further.

[The 8th operation form] Drawing 23 is outline structural drawing of the optical-transmission-line formation work handling section in the 8th operation form.

[0080] First, fine-particles-like polyarylate 20d is introduced into the capillary 122 which equipped the point with the heater 291 for temperature controls. Supersonic oscillation equipment 293 possesses in the capillary 122, and it is precisely filled up by supersonic oscillation up to capillary 122 point polyarylate 20d of the shape of fine particles supplied from the entrance of a capillary 122.

[0081] Next, fine-particles-like polyarylate 20d is fused to predetermined viscosity by heating the point of a capillary 122 at about 270-350 degrees C. The polyarylate by which melting was carried out serves as a form extruded a little from the point of a capillary 122 with the fluidity. A capillary 122 is moved to right above [of the 1st optical-transmission edge, i.e., a light sensing portion, or a light-emitting part], and the 1st optical-transmission edge is contacted in the point of a capillary 122. Then, breathing out a polyarylate from the point of a capillary 122, the point of a capillary 122 is continuing supply of the fluid polyarylate by heating, and it goes up slowly, and it moves so that fluid may be drawn toward the 2nd optical-transmission edge. When the 2nd optical-transmission edge is contacted, heating to a capillary 122 is stopped (or temperature is lowered a little by a halt and the cooler style). The polyarylate dissolved by stopping heating of a capillary 122 loses a fluidity, and is cut at the edge of the 2nd optical-transmission line end.

[0082] While a capillary 122 moves to the 1st next optical-transmission edge (the following bonding area), the increment of the density inside the capillary by the supply of a polyarylate by which melting was carried out from capillary 122 point according [or] to melting of a fine-particles-like polyarylate is filled up at any time from the entrance of a capillary 122 by supersonic oscillation, and it fills up with it. The configuration of a capillary 122, the heating process of the optoelectronic integrated circuit 2 carried in the substrate 1 and the substrate 1, etc. are the same as other operation forms mentioned above, and explanation is omitted here. Moreover, even if it uses it, making the point of a capillary supply and dissolve the wire rod of a polyarylate instead of a fine-particles-like polyarylate, it is possible to make optical connection similarly.

[0083] Drawing 24 is drawing showing the light MCM (multi-chip module) which is 1 operation form of the signal processor of this invention. Light MCM 404 consists of CPU (central processing unit) 405, memory 406, the semiconductor laser array 407, a photodiode array 409, a laser driver 408, and a photodiode driver 410, and a signal is transmitted and received via an optical waveguide 403 between other light MCM or an optical IC.

[0084] Here, between the semiconductor laser array 407 and the photodiode array 409, and the optical waveguide 403, has the optical transmission line 420 formed of the optical-transmission-line formation material of freezing characteristic in the flow state of this invention, and an electrical signal is changed into a lightwave signal by semiconductor laser, goes into an optical waveguide 403 via an optical transmission line 420, and is transmitted to other Light MCM or optical ICs. Moreover, the lightwave signal from other Light MCM or optical ICs goes into the photodiode array 409 via the optical transmission line 420 of this invention from an optical waveguide 403, and is again changed into an electrical signal. Moreover, it is also possible by performing optical parallel processing, using this light MCM 404 two or more to use it as a more nearly high-speed image processing system.

[0085]

[Effect of the Invention] As explained above, since optical-transmission-line formation material does not fracture by the flexion and the stress of the shearing direction does not join an optical-transmission edge in order to form an optical transmission line by the optical-transmission-line formation material in a flow state, adhesion exfoliation can also be prevented by this invention. Moreover, in this invention, since the same process as wirebonding in the conventional electrical circuit is adopted, the whole connection process which includes positioning like wirebonding using the gold streak as usual etc. is automatable. For this reason, compared with the method of connecting using the optical fiber by which the conventional proposal is made, the number of erectors and an adjustment man day are also shortened, it is cheap and reliable optical connection is attained.

translation done.]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any errors or omissions caused by the use of this translation.

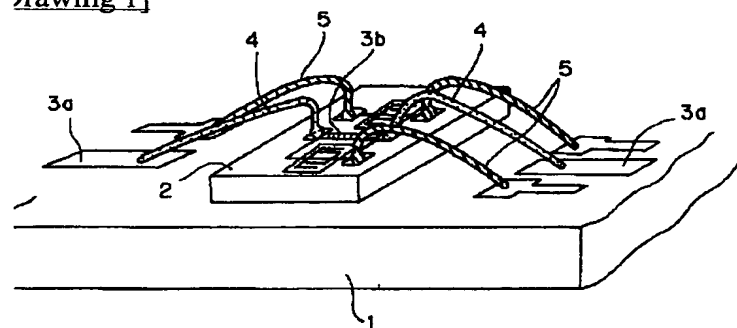
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

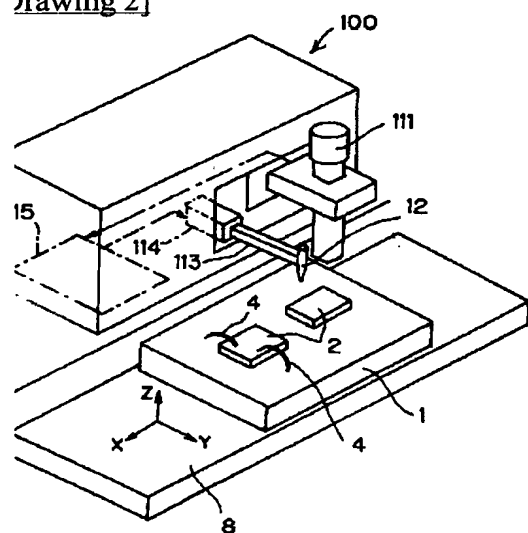
In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

Drawing 1]

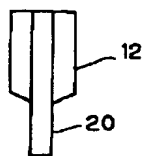


Drawing 2]

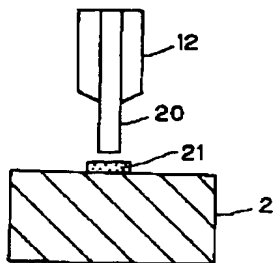


Drawing 3]

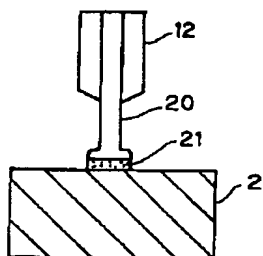
(A)



3)

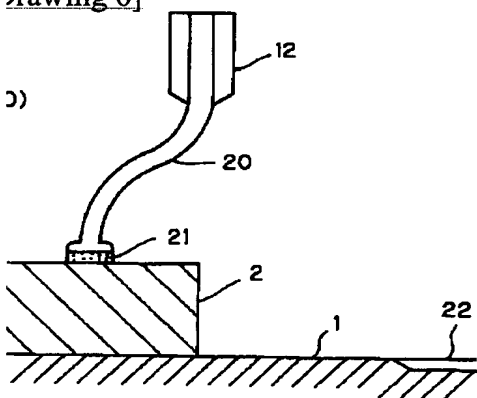


)

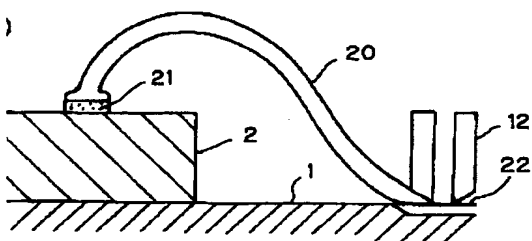


Drawing 6]

3)

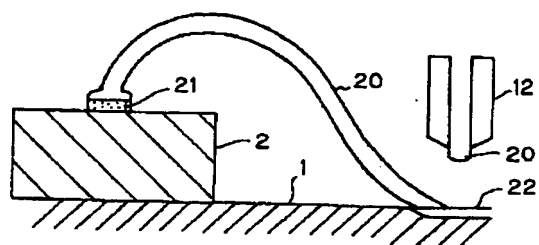


)

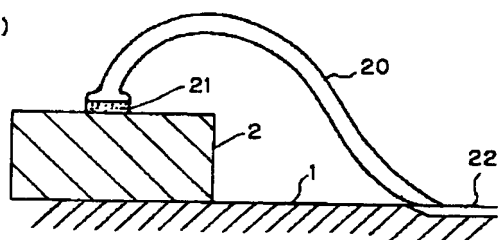


Drawing 7]

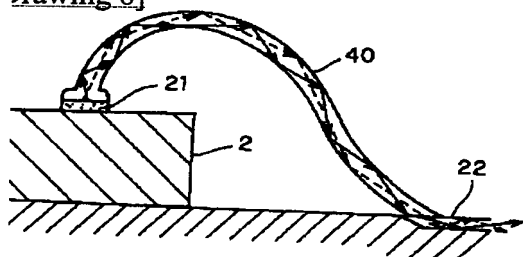
(F)



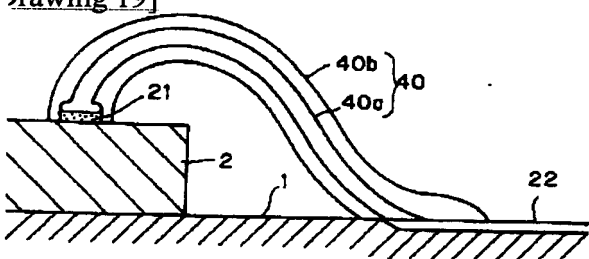
(G)



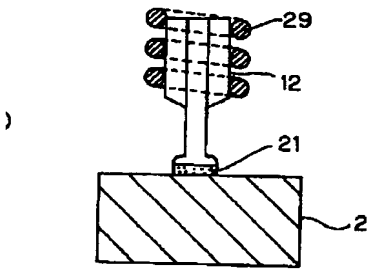
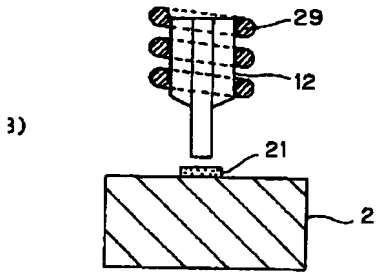
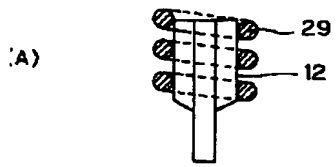
Drawing 8]



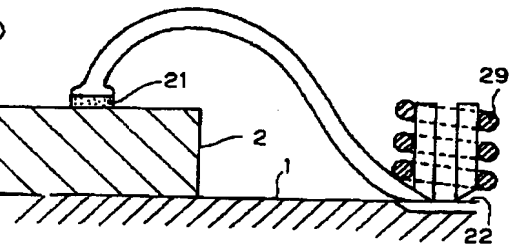
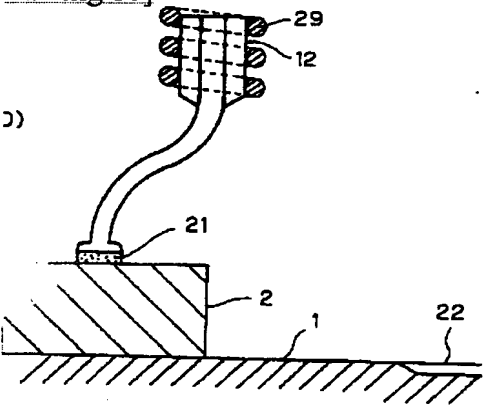
Drawing 19]



Drawing 9]

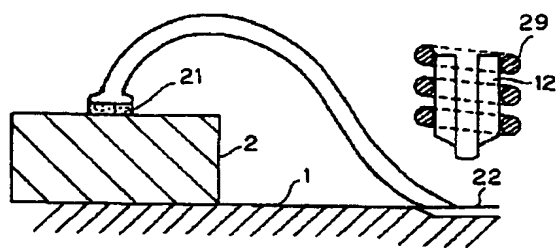


rawing 10]

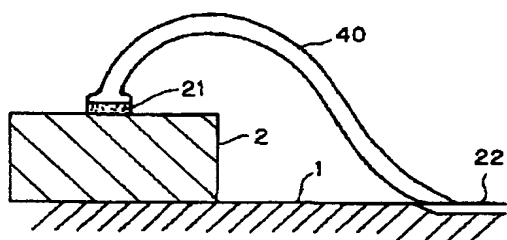


rawing 11]

F)

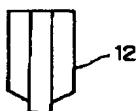


I

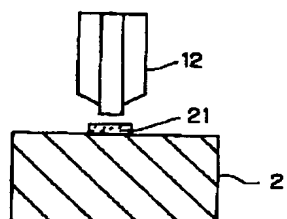


rawing 12]

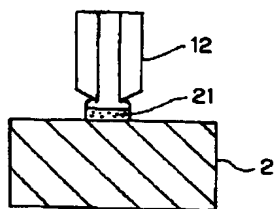
(A)



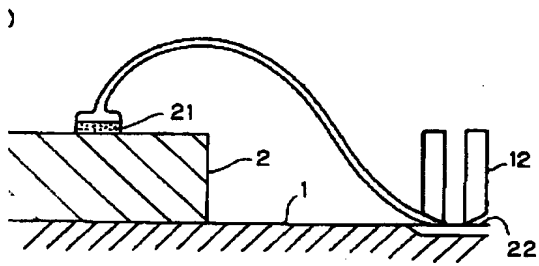
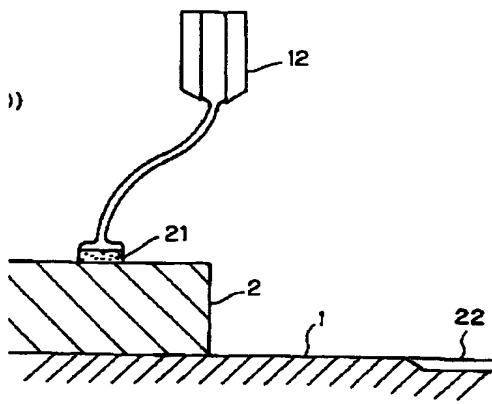
)



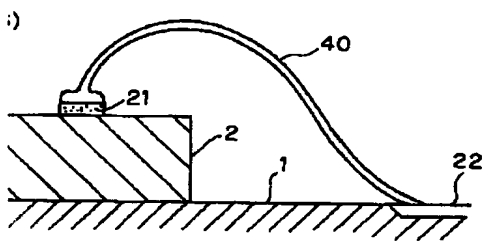
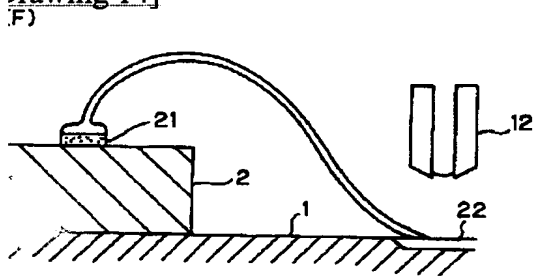
)



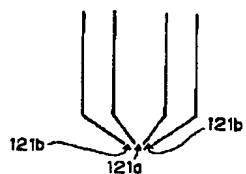
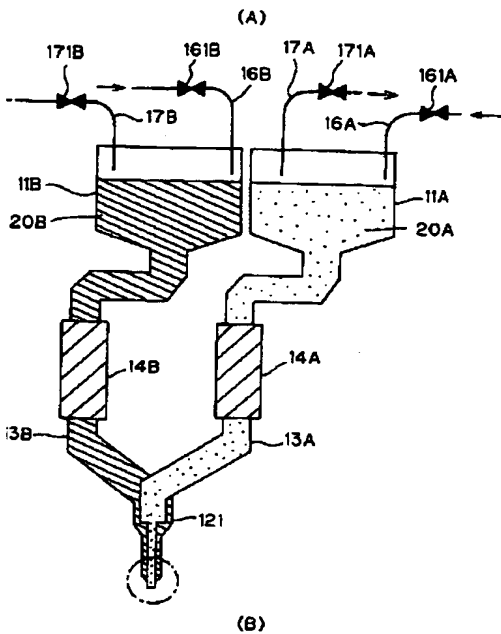
rawing 13]



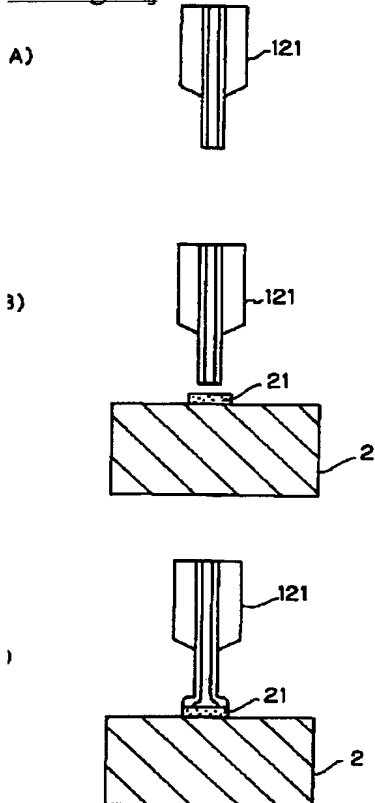
Drawing 14]



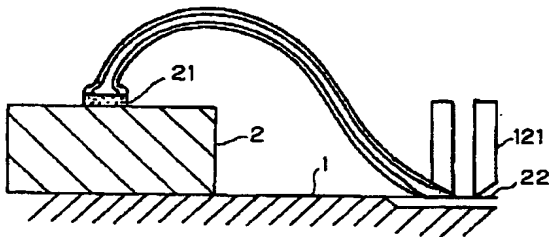
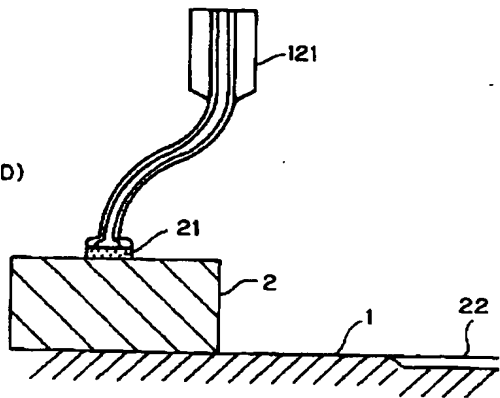
Drawing 15]



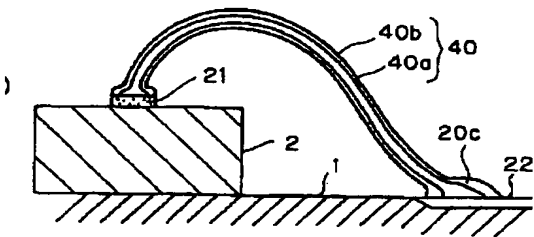
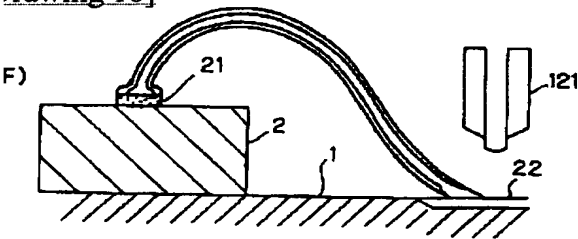
Drawing 16]



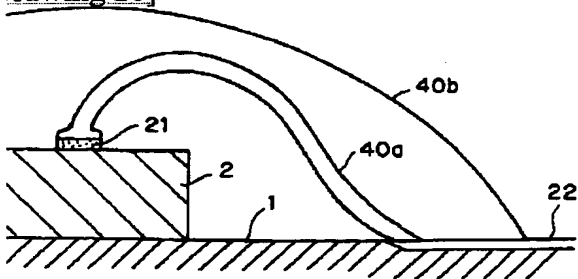
Drawing 17]



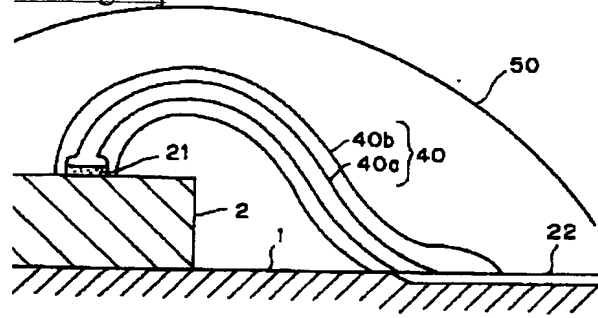
rawing 18]



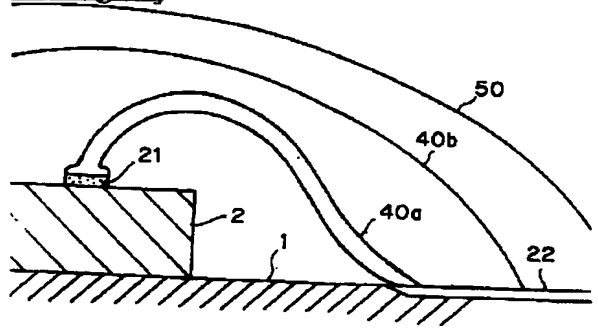
rawing 20]



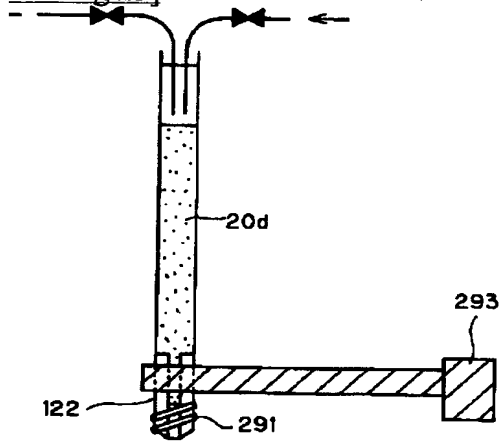
Drawing 21]



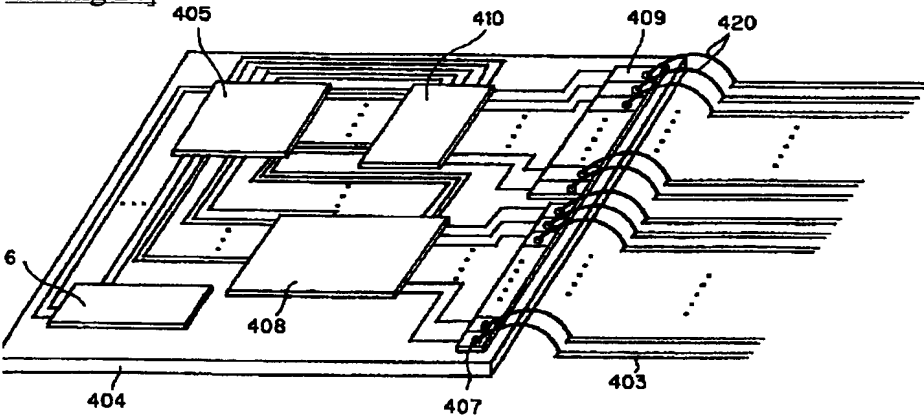
Drawing 22]



Drawing 23]



Drawing 24]



translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-243858

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/30
G02B 6/13
G02B 6/122

(21)Application number : 08-340204

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 19.12.1996

(72)Inventor : OKADA JUNJI
HIROTA MASANORI
TAGUCHI MASAHIRO
KONO KENJI
FUNADA MASAO
OZAWA TAKASHI

(30)Priority

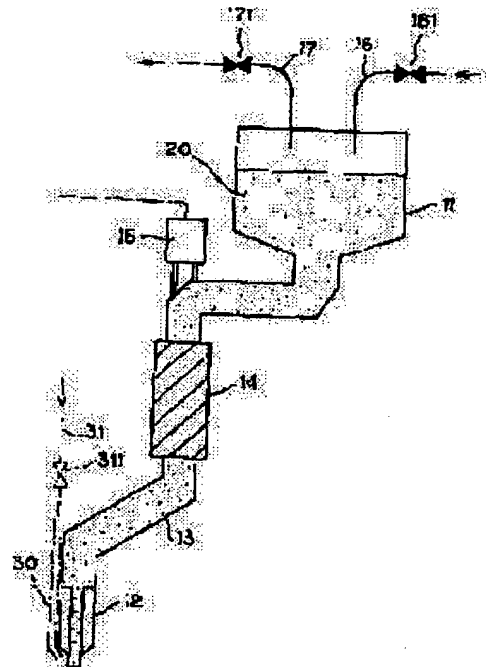
Priority number : 08 202 Priority date : 05.01.1996 Priority country : JP

(54) FORMATION OF OPTICAL TRANSMISSION LINE, OPTICAL TRANSMISSION LINE FORMING DEVICE AND OPTICAL CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of breakage and the remaining of a shearing stress at the time of connecting light transmission ends to each other with an operation transmission line by forming the optical transmission line while supplying a solidifiable optical transmission line forming material existing in a fluid state.

SOLUTION: The optical transmission line forming material 20 is put into a tank 11 with a heater and is heated to the temp. at which the material melts and attains a desired viscosity. The inside of this tank 11 is pressurized to supply the optical transmission line forming material 20 to a capillary 12. The heated optical transmission line forming material 20 is pushed out of the capillary 12 right above the first optical transmission end. The front end of the material 20 is cooled by contact with the first optical transmission end so as to be solidified and to have adhesive power. The optical transmission line forming material 30 is thereafter moved to draw circular arc toward the second optical transmission end while the material is extruded, by which the optical transmission line is formed while the outline of the optical transmission line is drawn and while the material 20 is solidified.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office